



Nieuwsbrief no.10

Eerste Heavy Duty GE Marine Gasturbine voor sloopstoepassing.



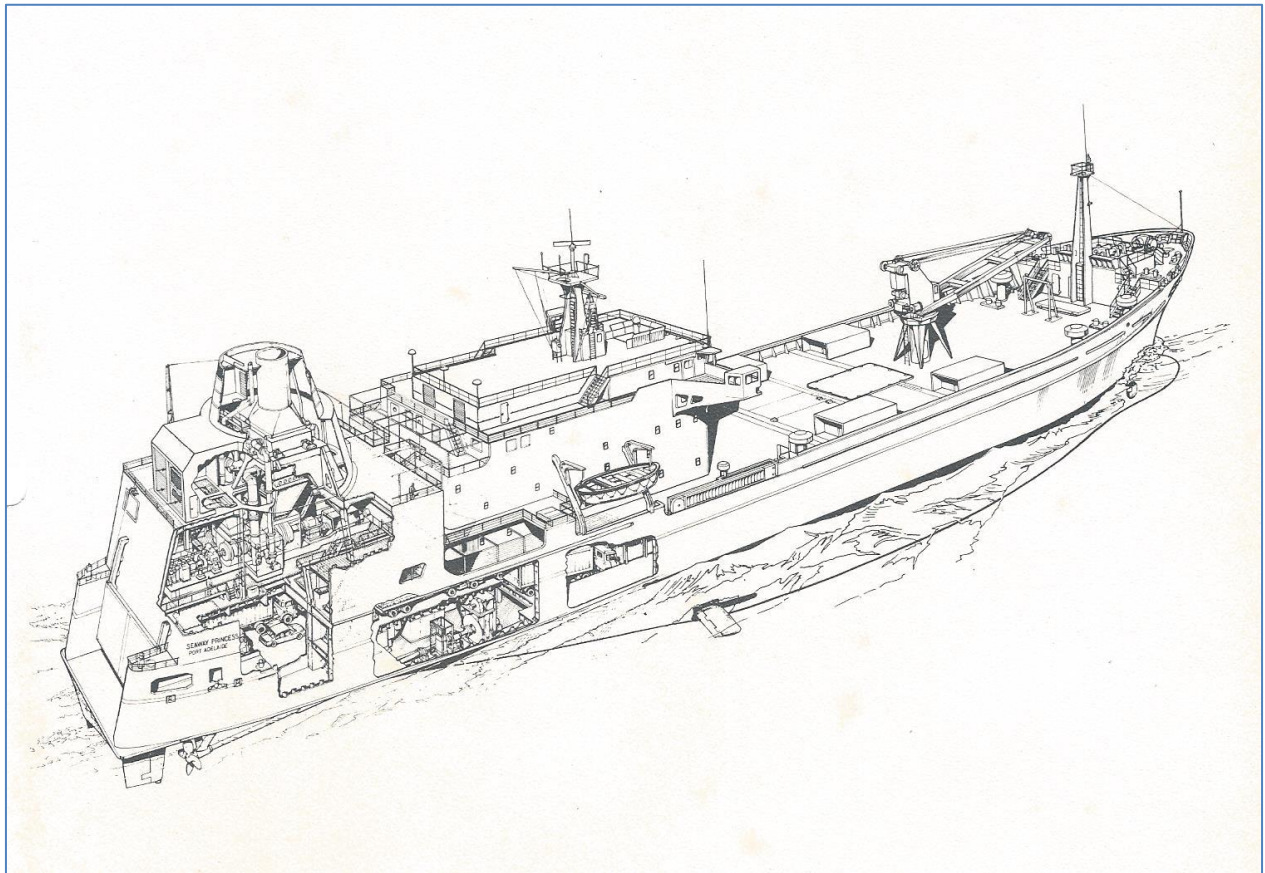
Harry van der Brugh

Arie de Waardt

KRL

20-9-2019

De Heavy Duty Gasturbine als scheepsvoorstuwing



Arts impressie van Rudolf Das

1. Introductie
2. Basis concepten
3. Gasturbine ontwerp kenmerken
4. Gasturbine randapparatuur
5. Installatie GT package en Gasturbine onderhoud
6. Beschrijving combined cycle installatie
7. Voortstuwing installatie
8. Performance
9. Gasturbine afmetingen gewichten
10. Scheeps referentie

1. Introductie.

Thomassen Holland B.V. uit De Steeg, heeft in 1975 onder de paraplu van de Rijn Schelde Verolme groep met licentie van General Electric, heavy duty marine gasturbines geleverd voor o.a. de "Union Rotorua" en de "Seaway Princess". Beiden een Ro-Ro schip, of voluit geschreven een Roll On-Roll Off schip, welke zijn gebouwd door de Whyalla Shipbuilding en Engineering maatschappij, voor de Union Steam Ship Company van New Zeeland. De "Union Rotorua" heeft een dienst onderhouden tussen Nieuw Zeeland en Zuid Australië.

De product line van Thomassen heavy duty marine gasturbine bestond uit twee basis modellen met twee assige turbine rotoren namelijk: MS 3002 R, MS 5002 R (A) en de MS 5002 R (B). Elk met een respectievelijk vermogen van: 8-12.000 pk, 15-22.000 pk en 22-30.000 pk. Deze drie gasturbines lijken zowel in fysieke configuratie als in de vermogens karakteristiek erg op elkaar.

In deze nieuwsbrief worden ontwerp kenmerken , accessoires, randapparatuur en prestatie karakteristieken beschreven. Ook onderhoudsaspecten komen aan de orde.

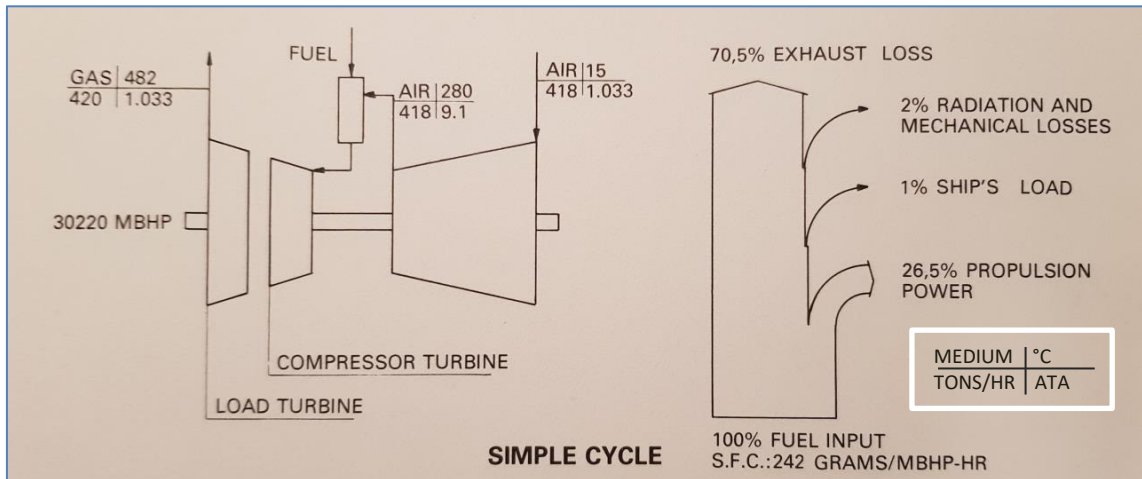


Luchtfoto van Thomassen Holland B.V. genomen in 2011 door J.H.A.M. van der Brugh

2. Basis concepten

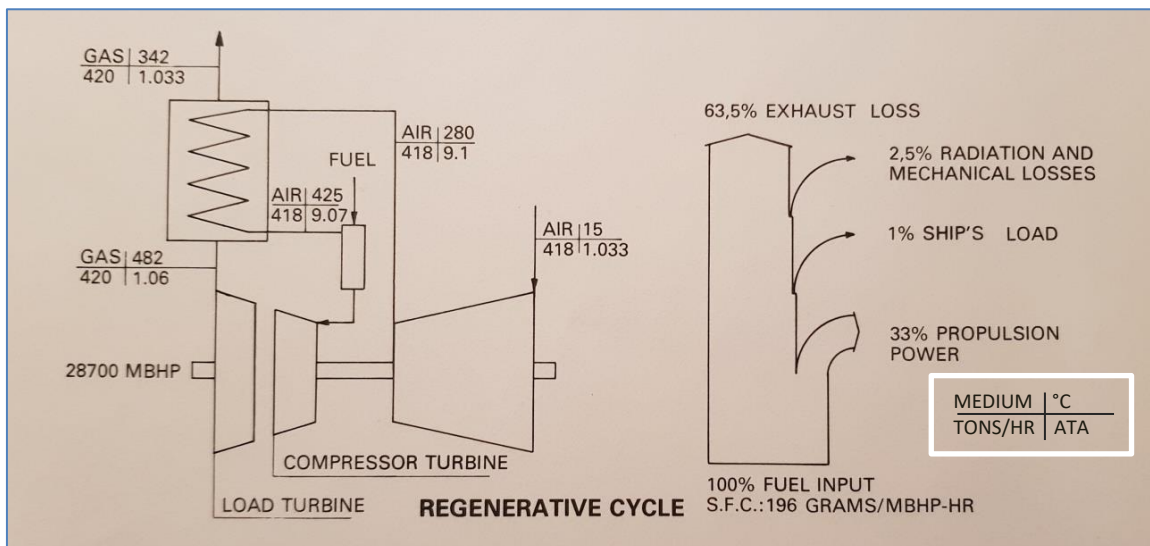
Simpel Cycle

In het **simpel cycle**, het 2-assige gasturbine ontwerp, wordt de atmosferische lucht gecomprimeerd in een axiale flow compressor en vervolgens naar de verbrandingskamers geleid, waar brandstof wordt ingespoten en de verbranding plaats vindt. De resulterende hete verbrandingsgassen expanderen in de 1^{ste} trap hoge druk turbine en vervolgens in de 2^{de} trap lage druk turbine, die respectievelijk de axiale compressor en de last aandrijven waarna de gassen via de uitlaat de atmosfeer in gaan.



Regeneratief Cycle

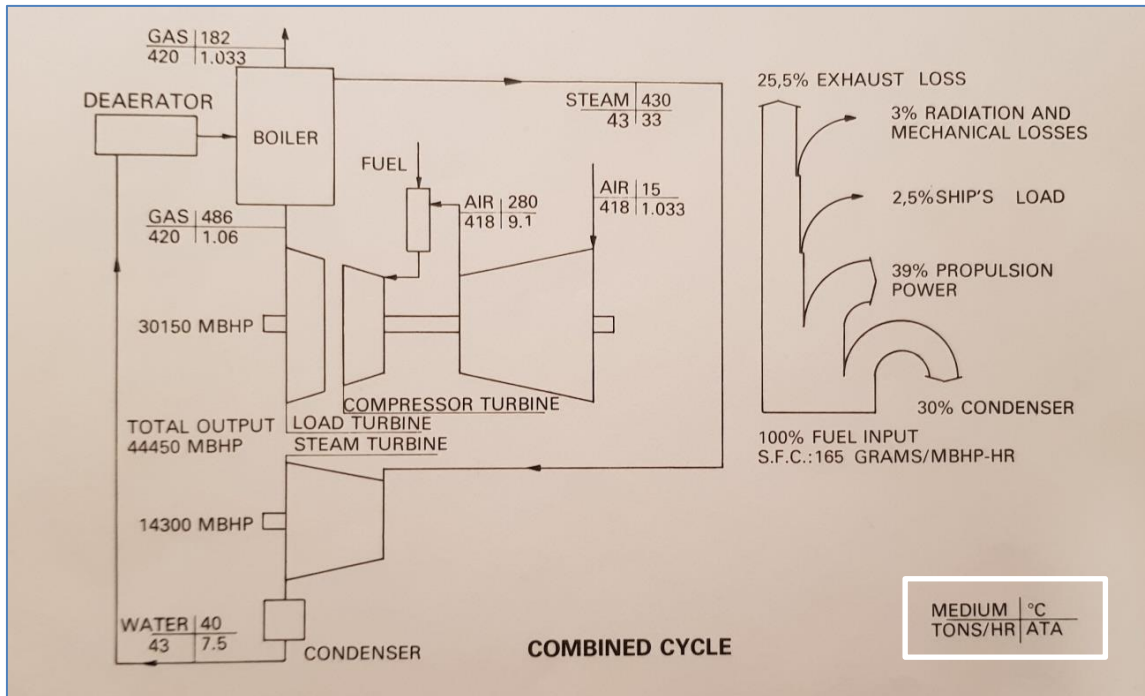
In het **regenerative cycle** ontwerp wordt de gecomprimeerde lucht voorverwarmd in een regenerator (warmtewisselaar), alvorens het in de verbrandingskamer komt. Hierdoor wordt de hoeveelheid brandstof verminderd om de verbrandingsgassen tot de vereiste verbrandingstemperatuur te krijgen.



Combined Cycle

In het **combined cycle** ontwerp wordt de warmte van de uitlaatgassen uit de gasturbine gedeeltelijk teruggewonnen in een uitlaatgassenketel. De stoom, gemaakt in deze uitlaatgassenketel wordt gebruikt in een stoomturbine voor een additionele scheepvoortstuwing.

Hierdoor wordt het totale vermogen van de installatie groter zonder extra brandstof verbruik.



Een keuze tussen de concepten is dan gemakkelijk te maken. Algemeen gesproken is het gasturbine regenerative cycle ontwerp de beste keuze, gezien een relatieve eenvoudige installatie, betrouwbaarheid en een brandstof rendement van 33 %.

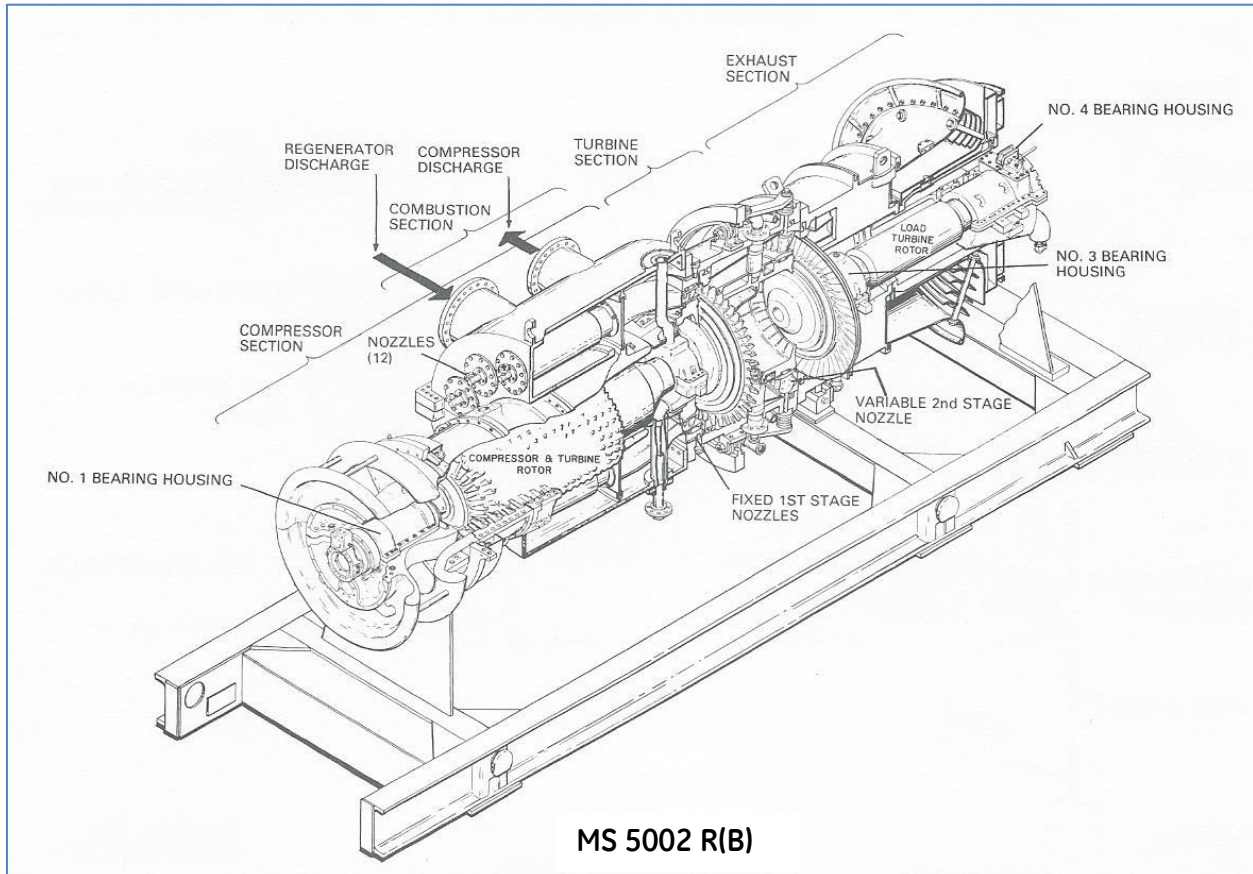
Alle reeds geleverde marine gasturbines en de in mei 1975 bestelde installaties welke nog geleverd worden, zijn regenerative cycle units.

Het combined cycle ontwerp, met een rendement van 39 % is meer geschikt voor grotere vermogens die nodig zijn voor langere reizen en veel bedrijfsuren op zee en waarbij een relatief grotere vermogens eisen voor hulpwerktuigen wordt gevraagd zoals o.a. vriesinstallaties in containers en ladingpompen ect.

3. Gasturbine ontwerp kenmerken

3.1. Algemeen

De standaard marine gasturbine is een 2 assigge op een baseframe gemonteerde unit. Deze gasturbine bestaat uit een compressor-, verbranding-, turbine- en uitlaat sectie. De informatie in dit hoofdstuk heeft betrekking op onderstaande foto, de MS 5002 R(B) gasturbine met een vermogen van 30.000 pk, die in het kort wordt beschreven.



De compressorsectie bestaat uit een 16-traps axiale compressor met een druk verhouding van ongeveer 7:1.

De gecompriemde lucht stroomt naar het verbranding systeem, gevormd door 12 verbrandingskamers waarin de verbranding plaats vindt. Deze hebben elk een diameter van 10 inch, die rondom tegen de buitenzijde van het compressorhuis zijn gemonteerd en worden omsloten door de zogenaamde combustion wrapper.

De verbrandingsgassen komen met ongeveer 900 °C bij de 1^{ste} trap nozzle waarna expansie plaats vindt in de HD turbine, die de compressorrotor aandrijft met 5100 rpm.

De verbrandingsgassenstroom vervolgd zijn weg naar de 2^{de} trap variabele nozzle waarna het expandeert in de LD turbine, welke de last met 4670 rpm aandrijft.

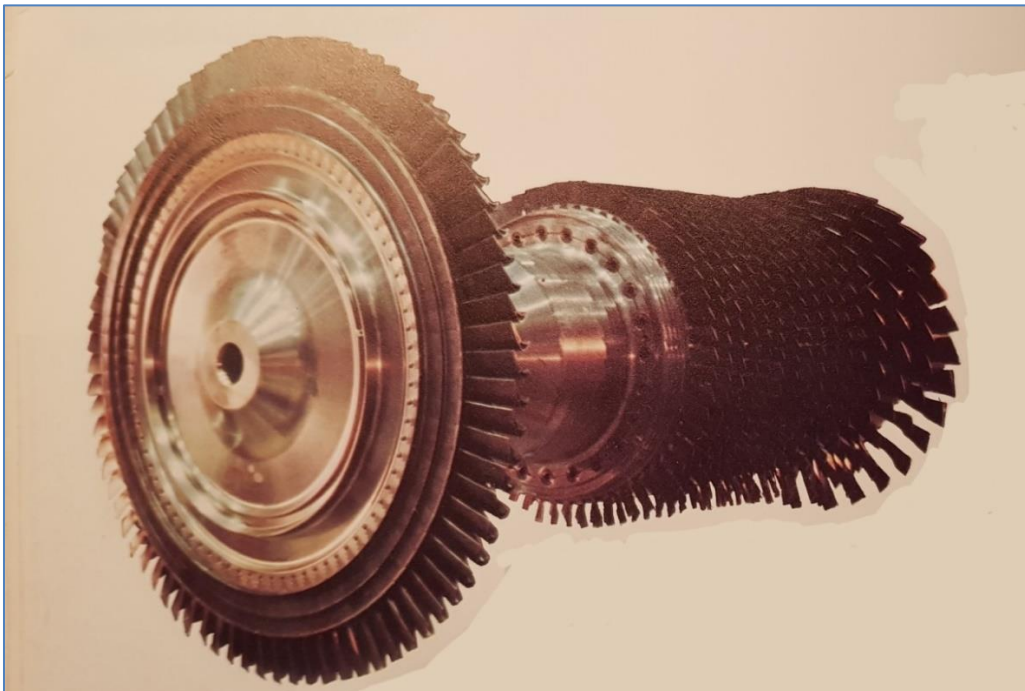
3.2. Compressor Sectie

Algemeen

De compressor heeft 16 trappen en is een axiale flow compressor. De lucht stroomt in lengterichting tussen de loopschoepen (blades) en leidschoepen (stator vanes) door, waar het in series van kleine stappen tussen de inlaat en de perszijde wordt gecomprimeerd. De loopschoepen zijn gemonteerd in een ringvormige groef in de rotorwielen, en de leidschoepen in een groef in de onder- en boven helft van het compressor stator huis. Ze worden vast gehouden d.m.v. een dove tail (zwaluwstaart) constructie. De vanes worden op de horizontale deling door zogenaamde locking key's vast gezet.

Compressor Rotor

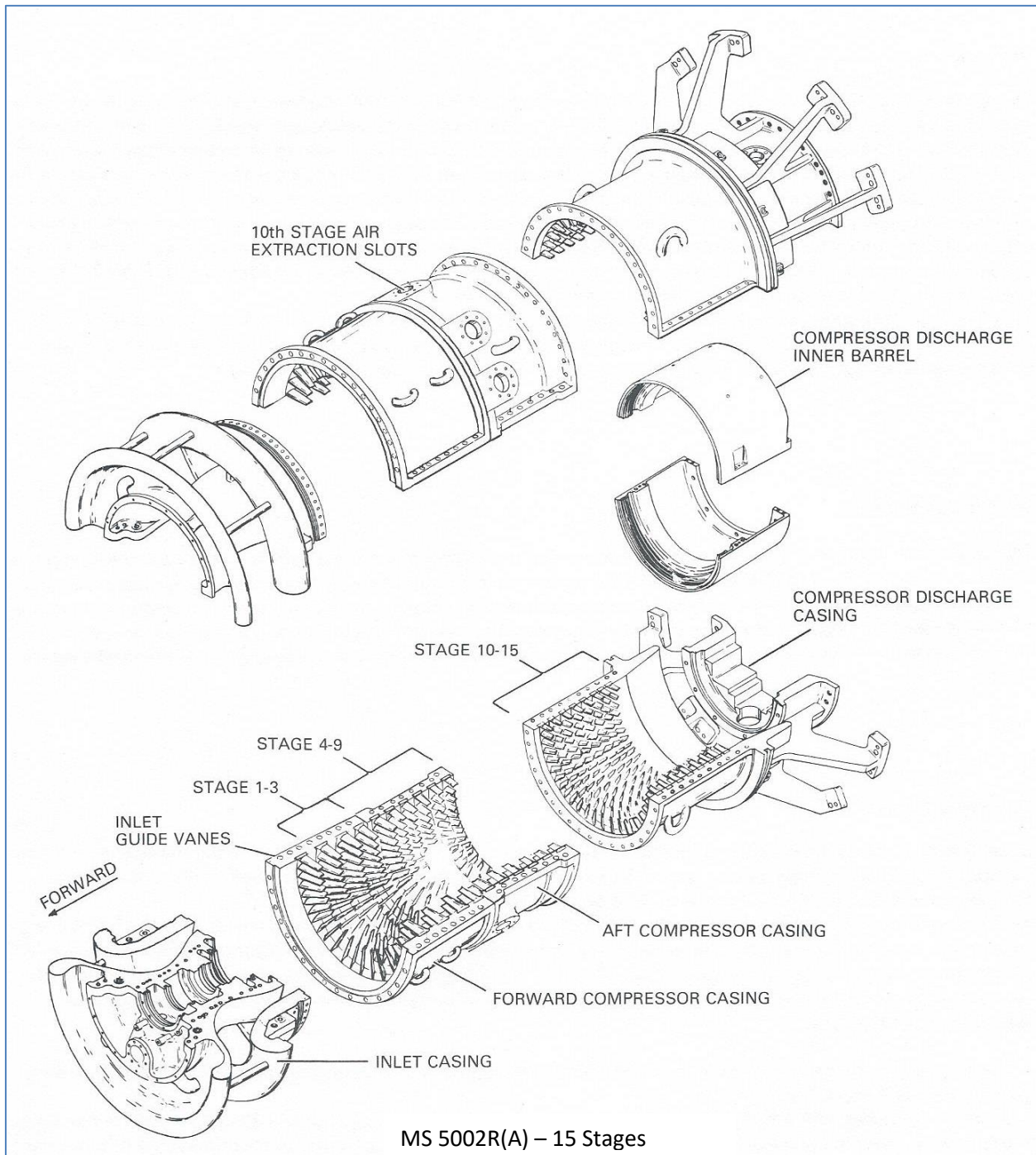
De rotor is opgebouwd uit afzonderlijk gebalanceerde wielen (disk) en twee as-einden (stub shafts). Het samenstellen van de compressor rotor (stacken) wordt vertikaal gedaan door de afzonderlijke wielen op elkaar te stappelen. Uiteindelijk worden deze bij elkaar gehouden door trek-ankerbouten. Radiaal worden de wielen d.m.v. een Rabbet fits (mannetje-vrouwetje) verbinding gemonteerd. Hierbij wordt de concentriciteit van de ene wielschijf t.o.v. de andere gecontroleerd. Als de run-out hiervan binnen de specificatie ligt kan de volgende wielschijf worden gemonteerd. Als alle wielschijven zijn gemonteerd wordt de rotor als geheel gebalanceerd. De voorste stubshaft heeft de ashals voor lager 1 en de thrust runner voor het axiale druklager. De achterste stubshaft heeft de ashals voor lager 2. Zowel de voorste- als de achterste stubshaft zijn tegen de compressorrotor gemonteerd, en de achterflens van de achterste stubshaft tegen het LD turbinewiel.



Compressor Stator

De compressor bestaat uit 4 horizontaal gedeelde giethuizen, t.w.: Inlaat-, voorste compressor en achterste compressor huis en een uitlaat compressor frame.

De compresshuizen vormen samen met het turbinehuis en uitlaat frame de hoofdonderdelen van de gasturbine. Onderstaande exploded view is van een MS 5002R (A) gasturbine.



3.3. Verbrandings Sectie

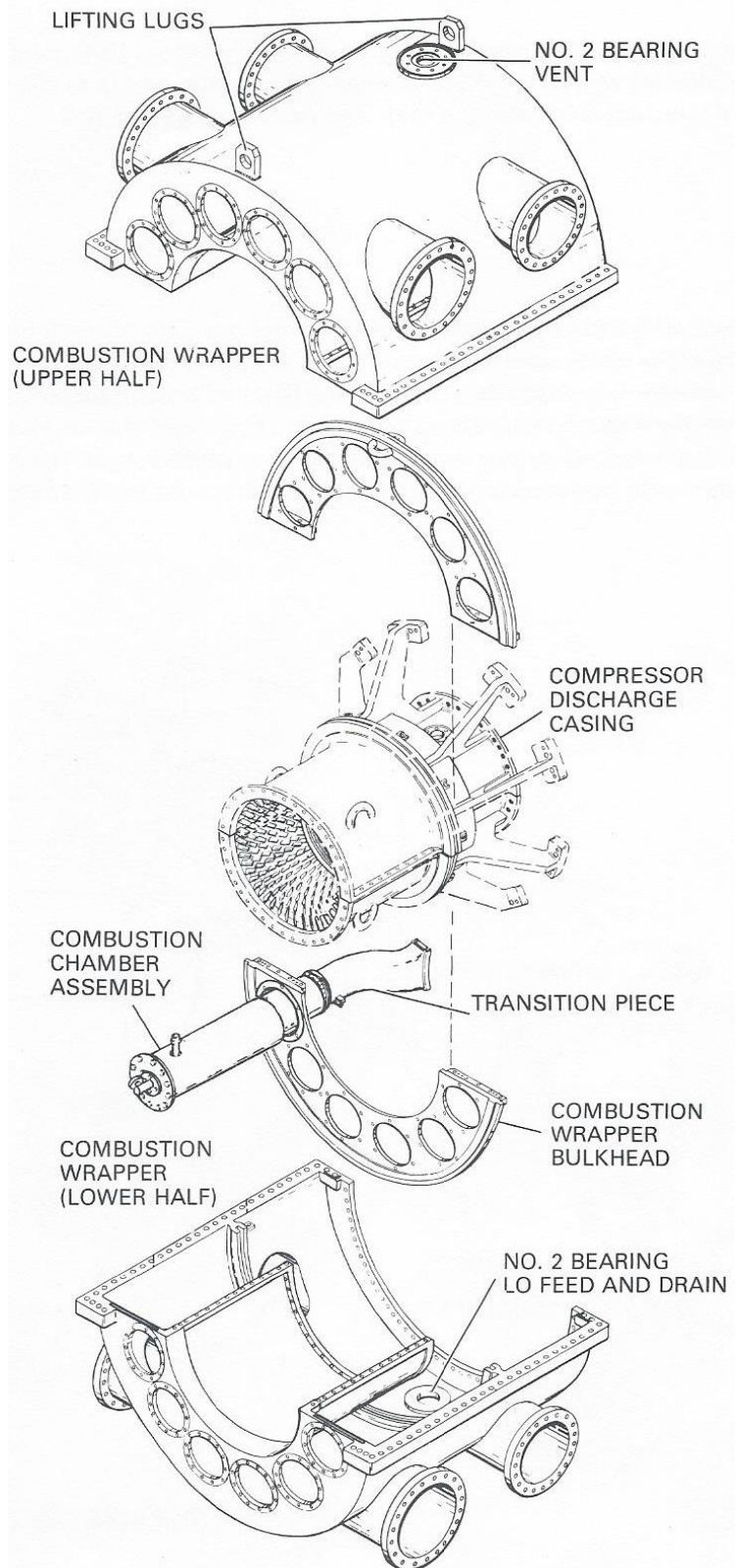
Algemeen

Het verbrandings systeem bestaat uit de combustion wrapper, de afzonderlijke combustion liners, de brandstof verstuivers, igniters, cross-fire tubes, UV vlam detectoren en transtion pieces welke de verbrandingskamers met de 1^{ste} trap nozzle segmenten verbindt. Cross-fire tubes zijn korte verbindingspijpen welke de verbrandingskamers onderling met elkaar verbindt. Hierdoor ontstaat een ringvormige verbrandingsring.

Combustion Wrapper

De combustion wrapper is een gelaste cilindrisch huis bestaande uit een bovenhelft en onderhelft welke op de horizontale deling aan elkaar worden gemonteerd. De achterkant wordt tegen de verticale flens van het turbinehuis gemonteerd en de voorkant tegen de achterflens van het compressor uitlaathuis.

De combustion wrapper bulkhead (gas dicht schot) zorgt er voor dat de compressorlucht wordt gescheiden van de lucht uit de regenerator naar het verbrandings systeem.

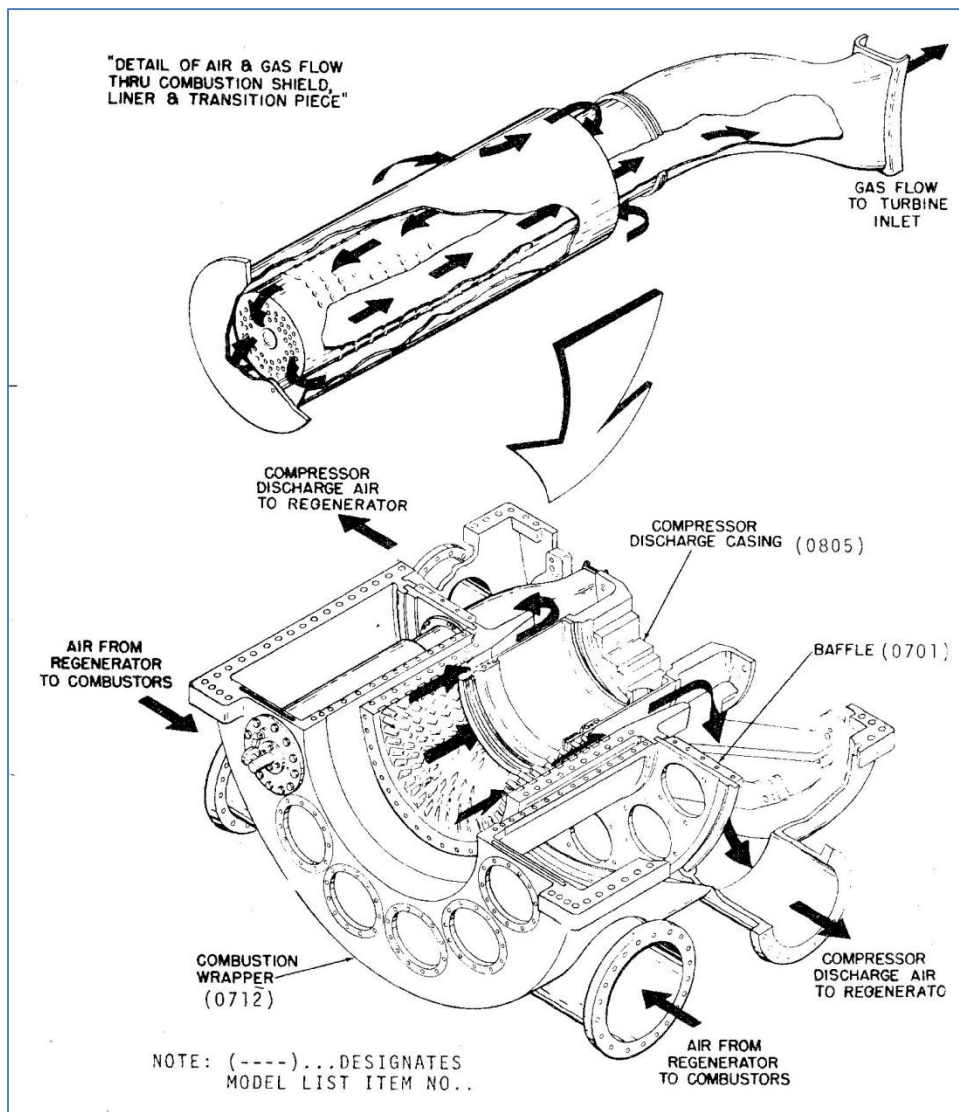


Combustion wrapper

Combustion Liner

De compressorlucht komt de liner binnen via de meng- en louveropeningen. De lucht welke door de upstream openingen in de liner komt is de primaire verbrandingslucht, terwijl de lucht die de downstream openingen ingaat zowel dient als secundaire verbrandingslucht maar ook mengt met de hete gassen om de temperatuur te reduceren. De compressor lucht langs buitenzijde van de liner zorgt ervoor dat deze wordt gekoeld. De temperatuur in het voorste gedeelte van de liner, waar de eigenlijke verbranding plaats vindt is aanzienlijk hoger dan de turbine inlaat temperatuur.

De uiteindelijke turbine inlaat temperatuur is het resultaat van het mengsel lucht en verbrandingslucht.



3.4. Turbine Sectie

Algemeen

De twee traps heavy duty gasturbine is zodanig ontworpen, dat een grote temperatuurval wordt bereikt over de stationaire nozzles (straalbuizen) wat resulteert in een lagere temperatuur voor de draaiende delen.

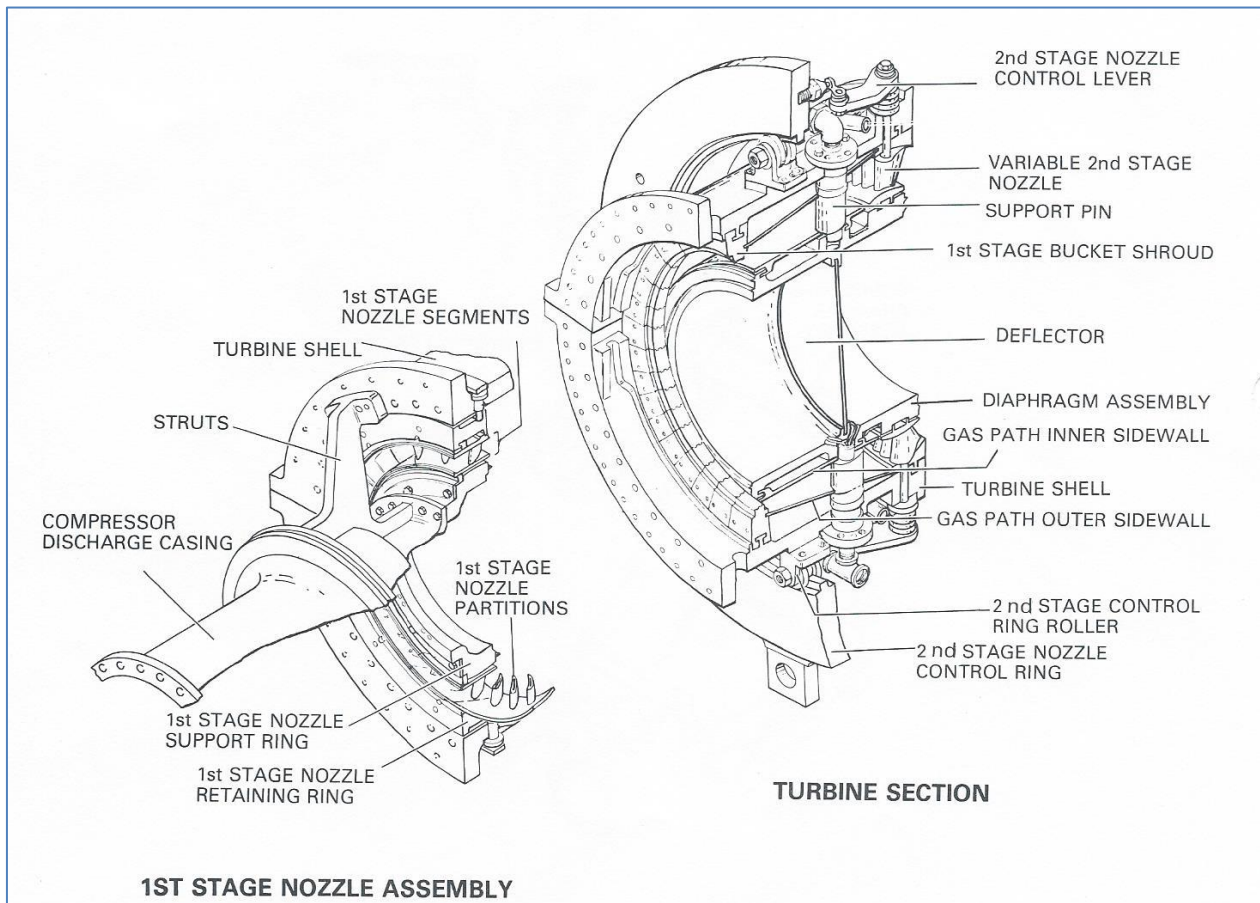
De turbine sectie bestaat uit een turbinehuis en de 1^{ste} - en 2^{de} trap nozzles.

Turbinehuis

Het horizontaal gedeeld turbinehuis is een hoofdonderdeel van de gasturbine assembly.

De voorste flens van het turbinehuis is tegen de wrapper en tegen de struts van het compressor uitlaathuis gemonteerd. De achterste flens van het turbinehuis tegen het uitlaat frame. De horizontaal gedeelde diaphragma assembly wordt ondersteund tussen de 1^{ste} - en het 2^{de} trap turbinewielen d.m.v. 6 holle support pinnen welke radiaal door het turbinehuis en in locatie gaten van het diaphragma steken. Een deflector is in een groef van het diaphragma gemonteerd om de twee trappen (HD en LD) van elkaar te scheiden.

Een controlring die de 2^{de} trap variabele nozzles bedient wordt ondersteund door rollers, gemonteerd aan de buitenkant van het turbine huis.



Turbine Wielen

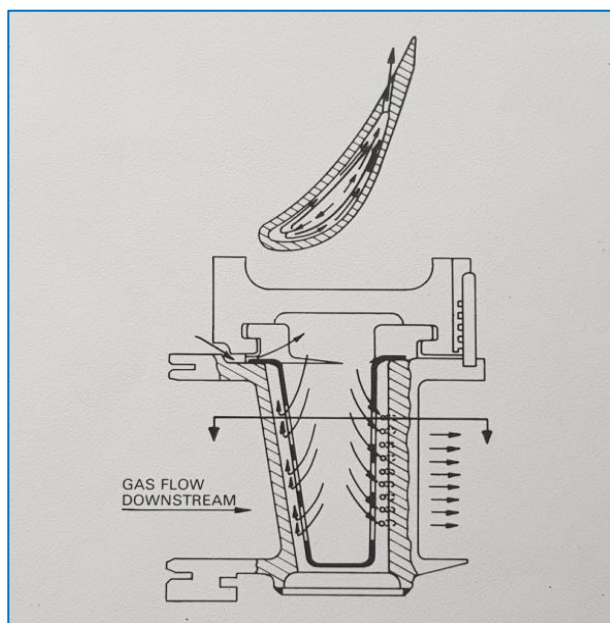
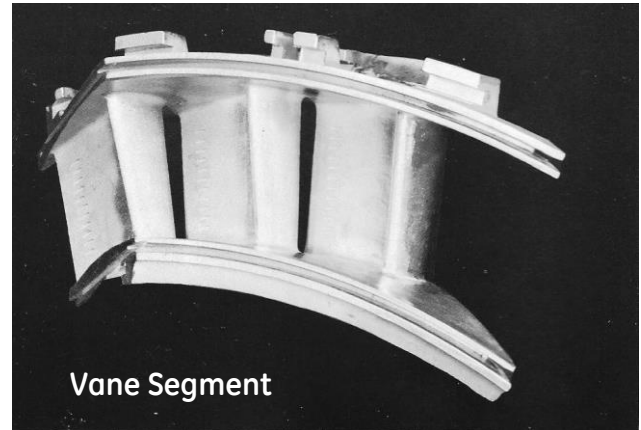
Het 1^{ste} trap turbinewiel is gemonteerd aan de compressor aft stub shaft (vulstuk) dat deel uit maakt van de compressorrotor assembly. De 2^{de} trap turbinewiel is gemonteerd aan de lagedrukas die de last aandrijft.

1^{ste} trap nozzle (straalbuis)

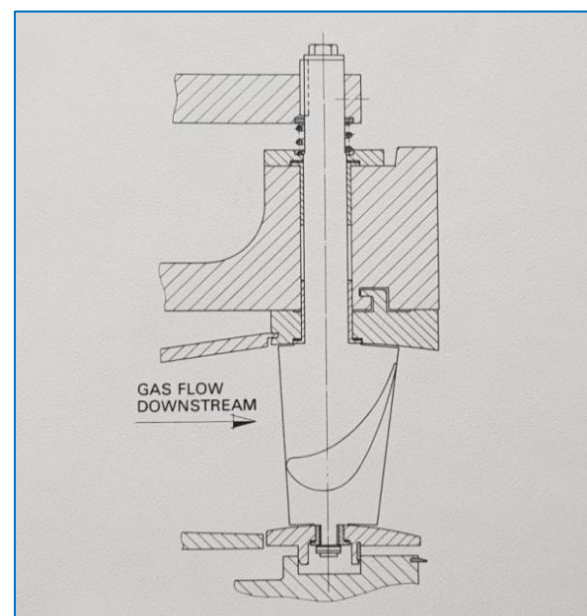
De 1^{ste} trap nozzle assembly bestaat uit 12 vane segmenten, met elk 3 vanes per segment. De koeling van deze segmenten wordt door de compressorlucht verkregen.

Variabele 2^{de} trap nozzle (straalbuis)

De 2^{de} trap nozzle-ring bestaat uit 32 draaibare nozzle-vanes. Deze 2^{de} trap nozzle-vanes zijn gemonteerd op een as welk door het turbinehuis zijn doorgevoerd. Op elke as is een hefboom-arm aan de buitenkant gemonteerd, deze zijn weer verbonden met een controlring rondom het turbinehuis. Deze control-ring wordt door een hydraulische cilinder bediend d.m.v. het gasturbine besturingssysteem. Door de ring te verdraaien verandert dus de opening van de keel (oppervlakte tussen 2 vane segmenten), waardoor het toerental verandert, en dus het vermogen op de LD turbinerotor.



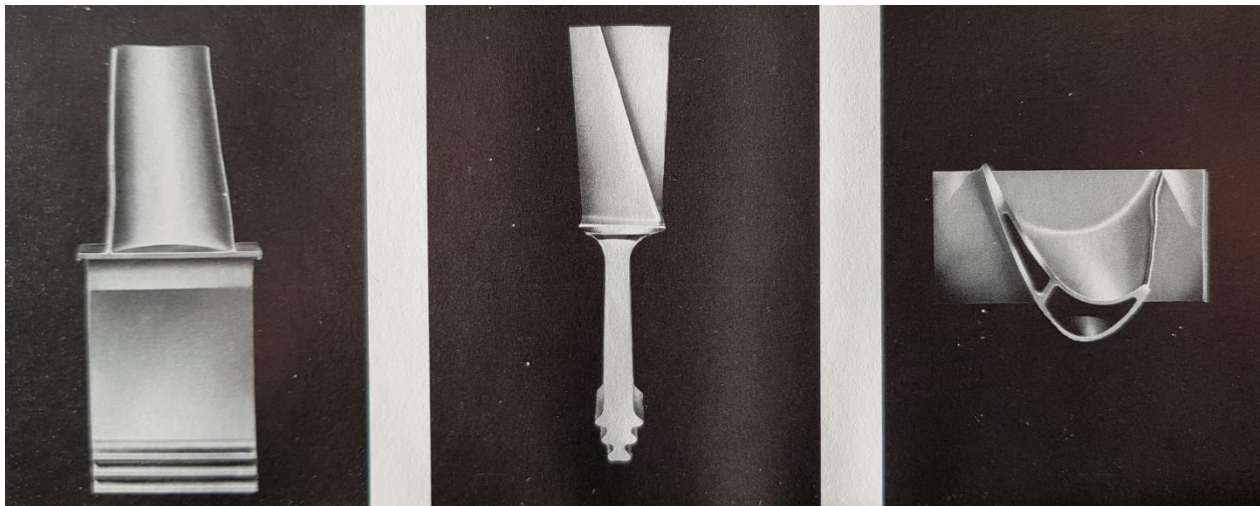
1^{ste} Trap nozzle vane



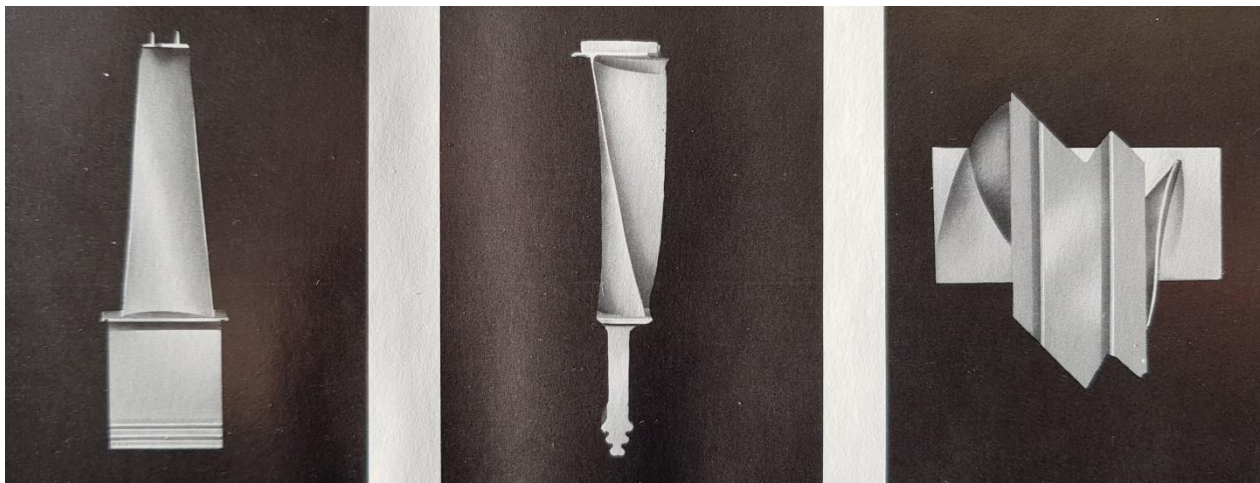
2^{de} Trap variabele nozzle

Turbine schoepen

De turbineschoepen worden met een lange schacht precisie gegoten van een speciale legering en worden met een "kerstboomvoet" in het turbinewiel bevestigd. De 1^{ste} trap loopschoepen zijn hol om de massa te verkleinen en dus de optredende centrifugale krachten, zoals trekbelasting, axilale belasting, tangentiale belasting en torderende krachten te weerstaan. De 2^{de} trap loopschoepen hebben een aangegoten Z-vormige dekband (rotating shrouds), waarmee de schoepen bij de schoeptop aaneensluiten en een ononderbroken dekband vormen zodra de machine op zijn bedrijfstemperatuur is.



1^{ste} trap turbineschoep



2^{de} trap turbineschoep

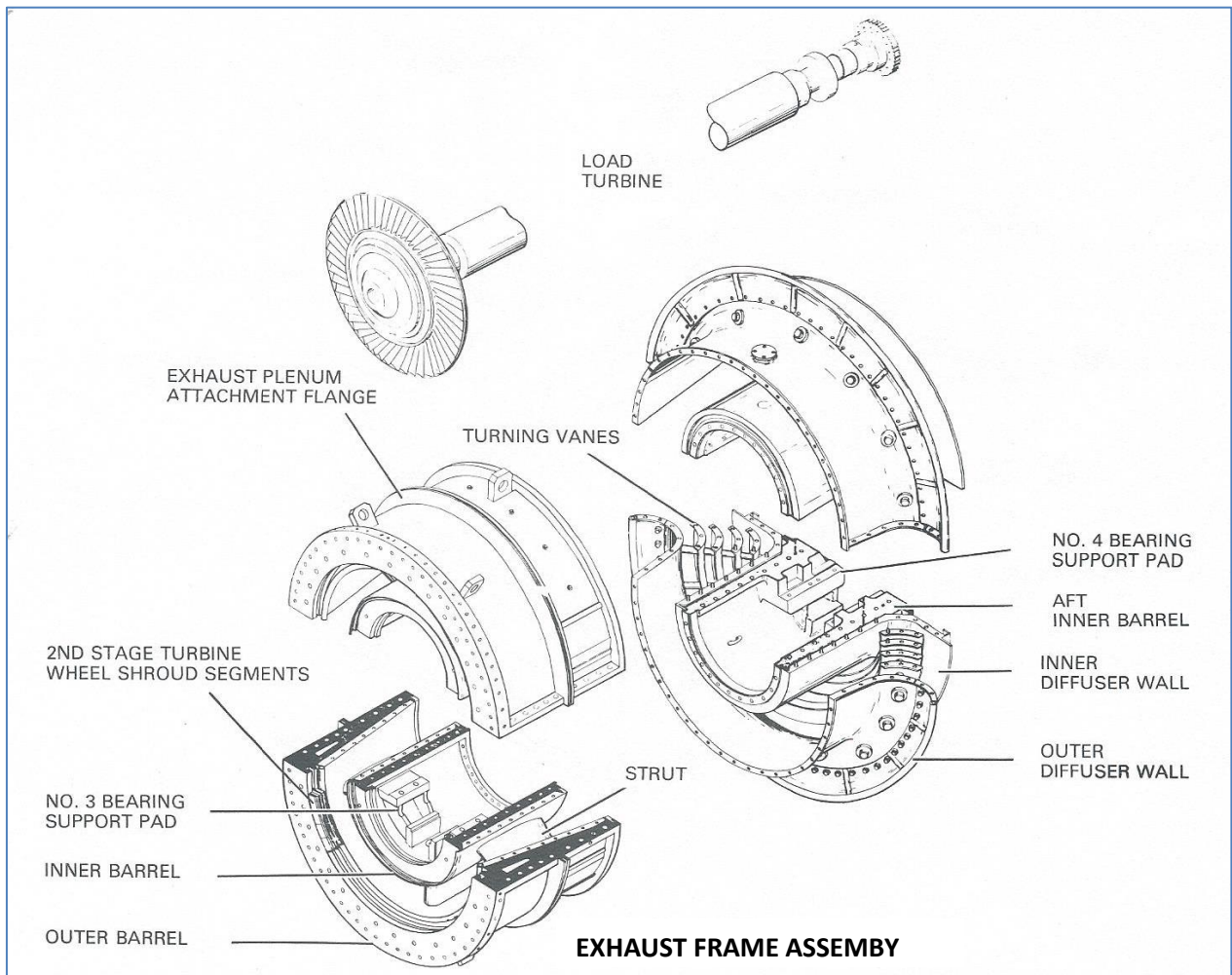
3.5. Uitlaat Sectie

Algemeen

De uitlaat sectie bestaat uit een uitlaat frame en een uitlaat plenum.

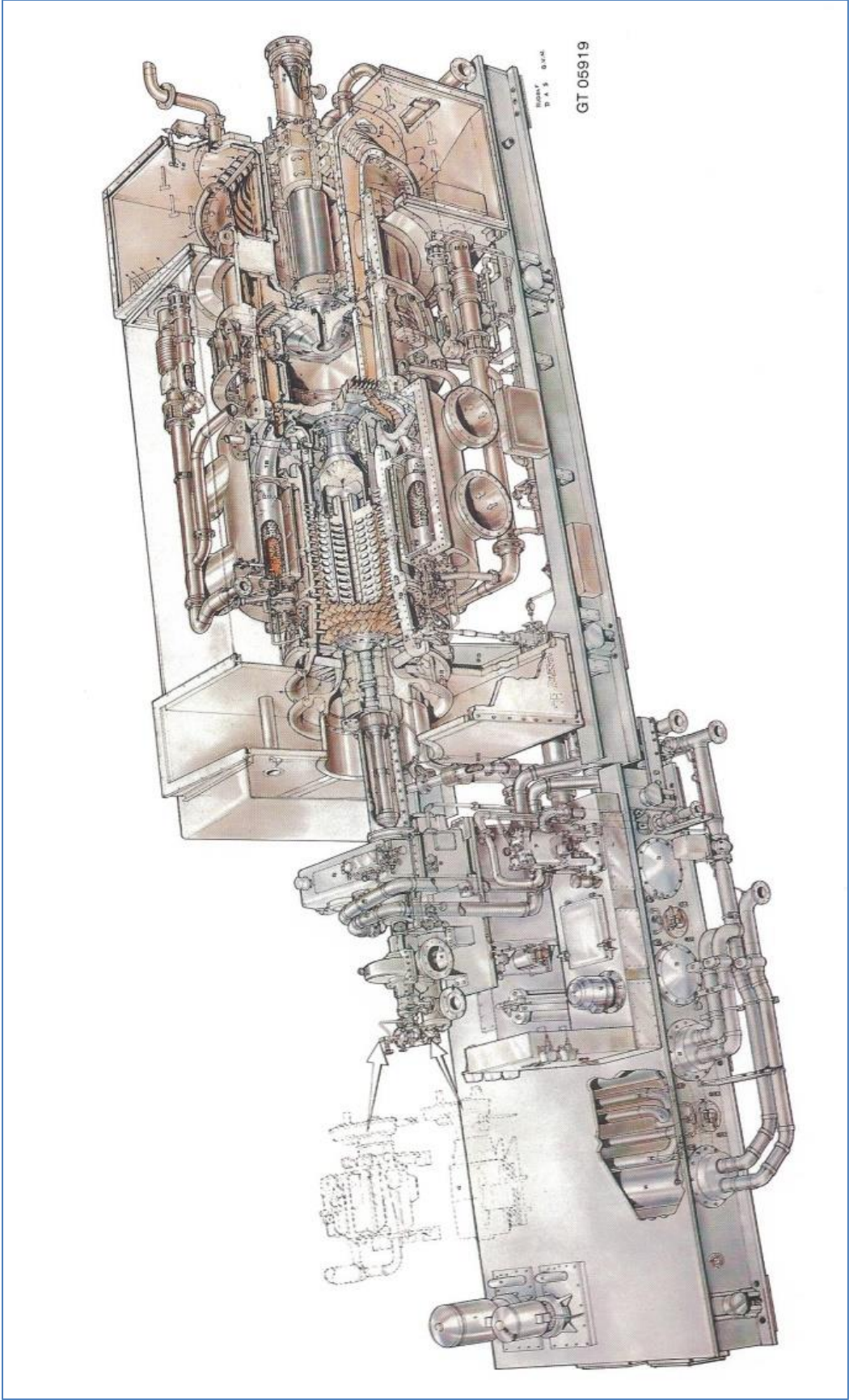
Uitlaat frame

Het uitlaat frame is een hoofdconstructie onderdeel van de turbine dat horizontaal is gedeeld. Dit onderdeel ondersteunt de lagers 3 en 4 en de shroud segmenten van de tweede trap turbinewiel. De uitlaat gassen worden geleid via de gebogen geleidenschotte (turning vanes) waardoor de gasstroom in het uitlaat plenum uitkomt.



Uitlaat plenum

Het uitlaat plenum is een rechthoekige gelaste plaatconstructie, ook wel collector genaamd die de uitlaat frame assembly behuist. Het uitlaat plenum dat niet is afgebeeld staat op het gasturbine base frame. Het uitlaat frame en uitlaat plenum worden d.m.v. plaat segmenten gasdicht met elkaar verbonden. Dit is een flexibele constructie om de radiale en axiale thermische groei van de machine op te vangen. Het Plenum is aan de binnenkant geïsoleert om warmteuitstraling en geluidsemissie te verminderen.



Arts impressie van Rudolf Das

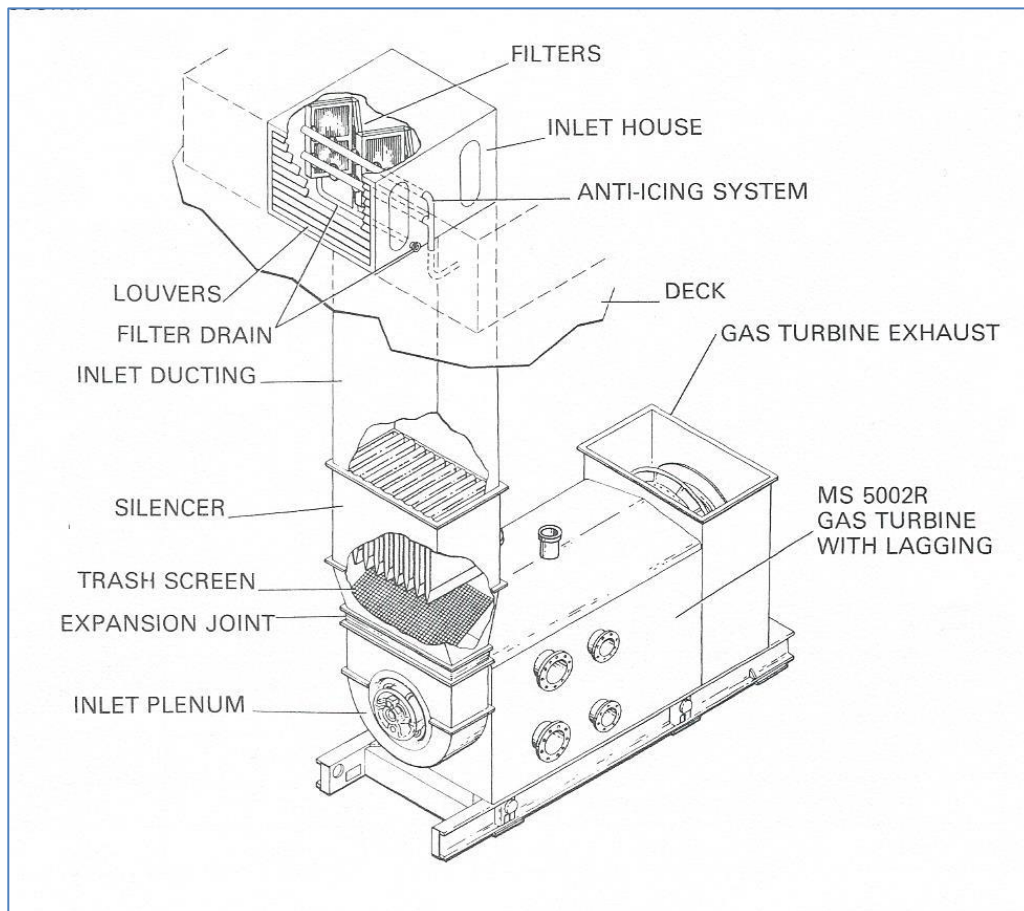
4. Gasturbine Randapparatuur

Inlaat filterhuis.

Het Inlaat filterhuis bestaat uit het inlaat lucht – en anti-icing filtersysteem. Dit moet zo hoog mogelijk boven de waterlijn en beschut binnenboord liggen om geen buiswater op te vangen. Tevens moet de locatie dusdanig zijn gekozen dat het niet in de uitlaatdampen van de kombuis, olieachtige dampen luchtstroom en de gasturbine uitlaatgassen ligt. Optioneel is het anti-icing systeem indien de schepen komen in gebieden waar ijsvorming kan ontstaan.

Inlaatluchtkanaal

Het inlaatluchtkanaal moet zijn voorzien van een RVS geluidsdemper. De drukval over de dempers ligt in de orde van 25 tot 40 mm Wk, afhankelijk van de vereiste geluidsnorm. Het inlaat luchtkanaal is gemaakt van Cor-Ten staal. Verder dient het aantal bochten en geleide schotte (turning vanes) tot het minimum te worden beperkt om de drukval zo klein mogelijk te houden. Een trash scherm moet direct upsteam van de turbine inlaat zijn aangebracht, om de gasturbine te beschermen. De totale drukval is ongeveer 10-15 mm Wk en een lichtsnelheid van 20-30 m/sec.



Regenerator opstelling en verbrandingslucht leidingwerk

Op de foto's is de opstelling van de in twee sectie's gedeelde regenerator te zien. De rechter foto laat de aan bakboord zijde opgestelde regenerator sectie-deel zien.

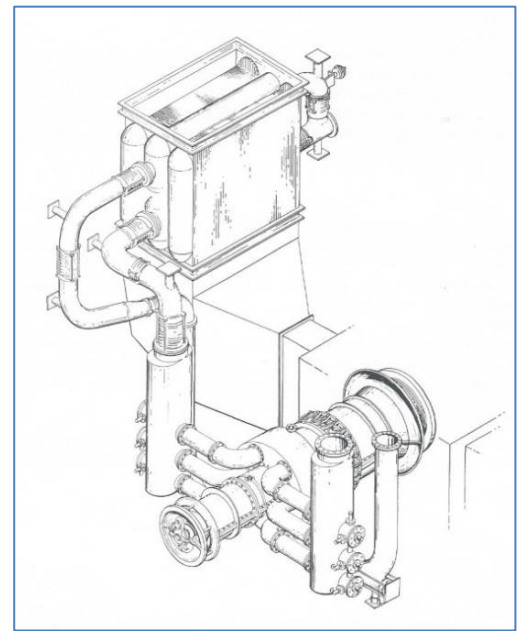
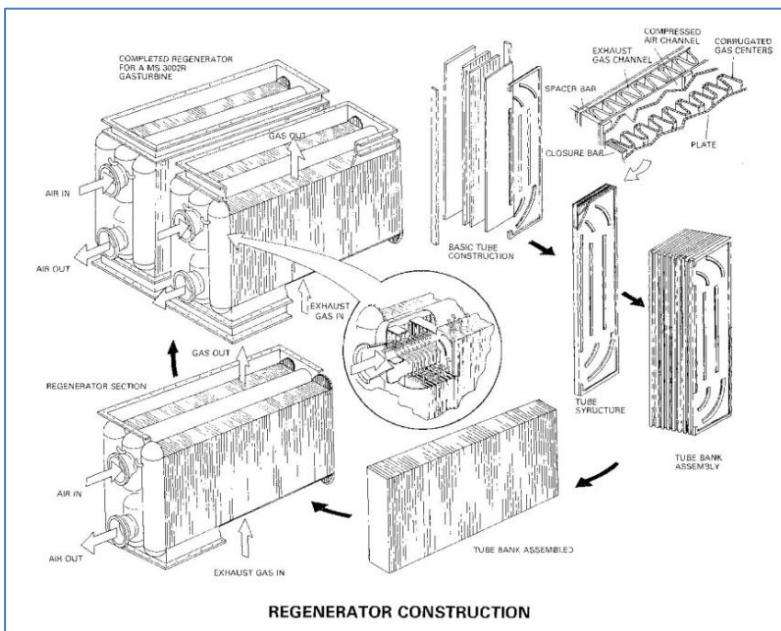
Het andere deel is aan stuurboord zijde van de scheepscenterlijn opgesteld (zie ook foto in paragraaf 7, pagina 22).

Deze opstelling biedt een goede toegankelijkheid naar de gasturbine voor het onderhoud waarbij de turbine een enkele scheepsschroefas aandrijft als mechnische overbrenging.

De gekomprimeerde lucht van de compressor wordt door de uitlaatgassen voorverwarmd voordat deze lucht in de verbrandingskamers komt. Dit gebeurt in het sectiedeel van de regenerator of recuperator genoemd, in het uitlaatkanaal.

Het leidingwerk tussen de gasturbine en de beiden regenerator sectiedelen (bakboord en sturboord) is zo geconstrueerd dat het grote uitzetting en inkrimping kan verdragen.

Uiteraard zijn de verbindingsleidingen tussen de compressor, regenerator en de verbrandingskamers voldoende ruim geconstrueerd om de grote luchtstroom van de compressor zonder te veel drukverlies door te laten stromen.



Opstelling voor MS 3002 R

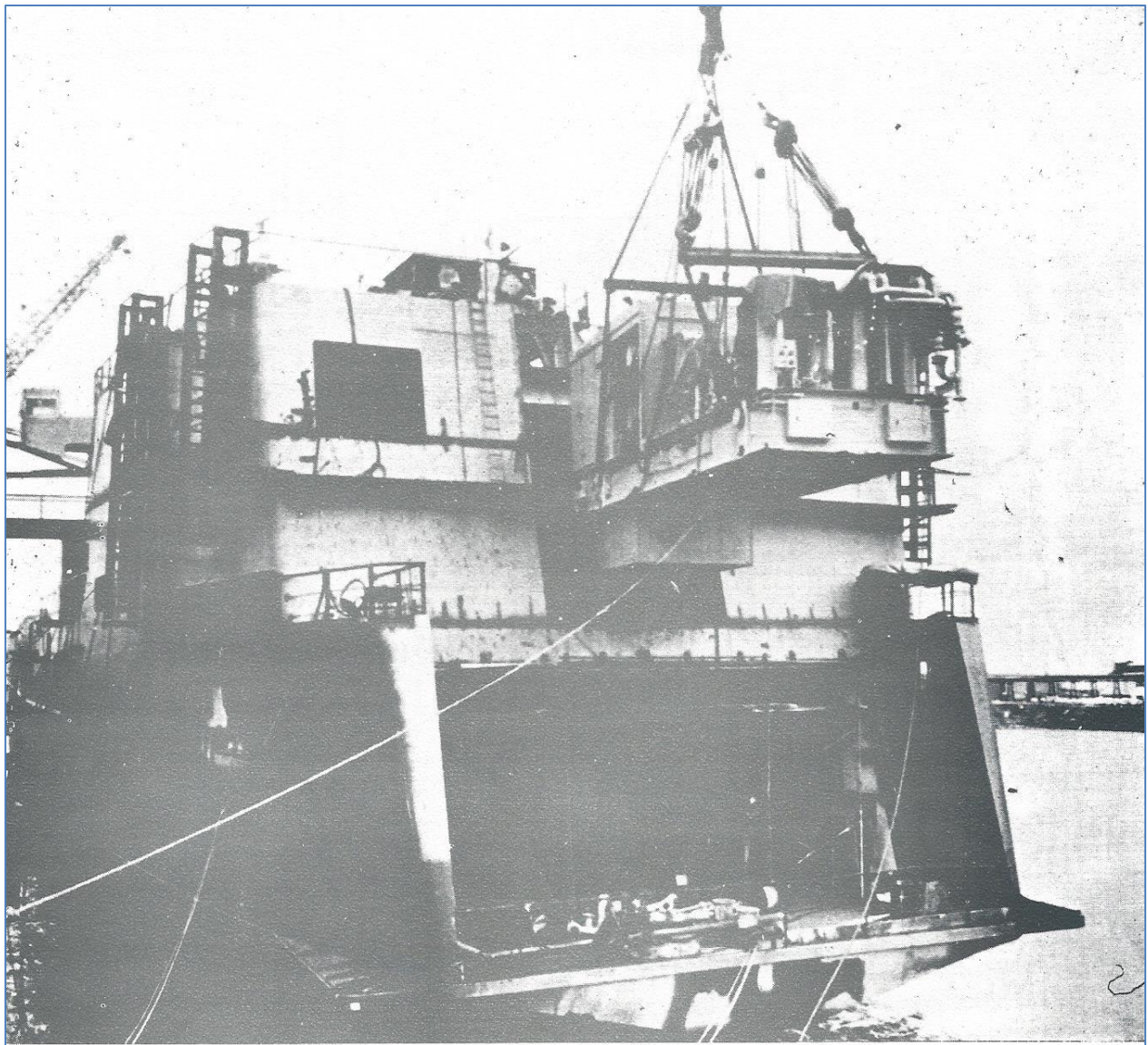
Gasturbine Model	Uitlaatgassen Temp. bij het verlaten van regenerator (° C)	Uitlaatgassen flow (kg/hr)	Beschikbare warmte (kcal/hr)
MS 3002 R	333	180.000	6,95 * 10 ⁶
MS 5002 R (A)	331	350.500	13,30 * 10 ⁶
MS 5002 R (B)	342	418.700	17,20 * 10 ⁶

5. Installatie Gasturbine packge en Gasturbine onderhoud

5.1. Installatie GT package

De gasturbine is een stand alone powerplant dat met alle hulpwerktuigen gemonteerd is op een stalen gelaste frame. Deze stand alone power unit is getest op aerodynamische- en themodynamische parameters, elektrische integriteit en performance. Dit package concept resulteerd in drie hoofdvoordelen:

- Korte installatie tijd met een minimum aan arbeid
- Lage installatie kosten met een minimale investering
- Maximale betrouwbaarheid



5.2. Gasturbine onderhoud

Algemeen

De gasturbines zijn zodanig ontworpen dat het kleinere en grotere periodieke onderhoud aan de machine en aan de hulpwerktuigen binnen de omkasting kan gebeuren. De onderhouds instructieboeken bevatten de nodige informatie en tekeningen om de periodieke controles uit te voeren. Dit zijn o.a. gasturbineregelsysteem specificatie, leidingschema's en elektrische schema's.

Type onderhoud inspectie:

1. Inspectie tijdens het bedrijf
2. Brandstof nozzle Inspectie
3. Verbrandingskamer Inspectie
4. Hete gaspad inspectie
5. Major inspectie

Inspectie tijdens bedrijf.

Dit wordt door het machinekamer personeel gedaan terwijl de gasturbine in bedrijf is. Dit bestaat uit het observeren, het noteren en evalueren van de performance data versus uitlaattemperatuur, trillings niveau, brandstof nozzle druk, uitlaattemperatuur variatie, en opstarttijd.

Brandstof nozzle inspectie.

Een selector afsluiter is beschikbaar om de brandstofdruk van elke individuele brandstof nozzle te controleren. Als het drukverschil tussen de individuele nozzles 10 % bedraagt dient deze te worden schoongemaakt.

Verbrandingskamer inspectie.

De verbrandingskamer inspectie bestaat uit brandstof nozzles, liners, cross fire tubes, ontstekingspluggen en vlam detectoren. Visuele/optische inspectie aan de leid- en loopschoepen kan m.b.v. borescope instrument worden uitgevoerd.

Hete gaspad inspectie.

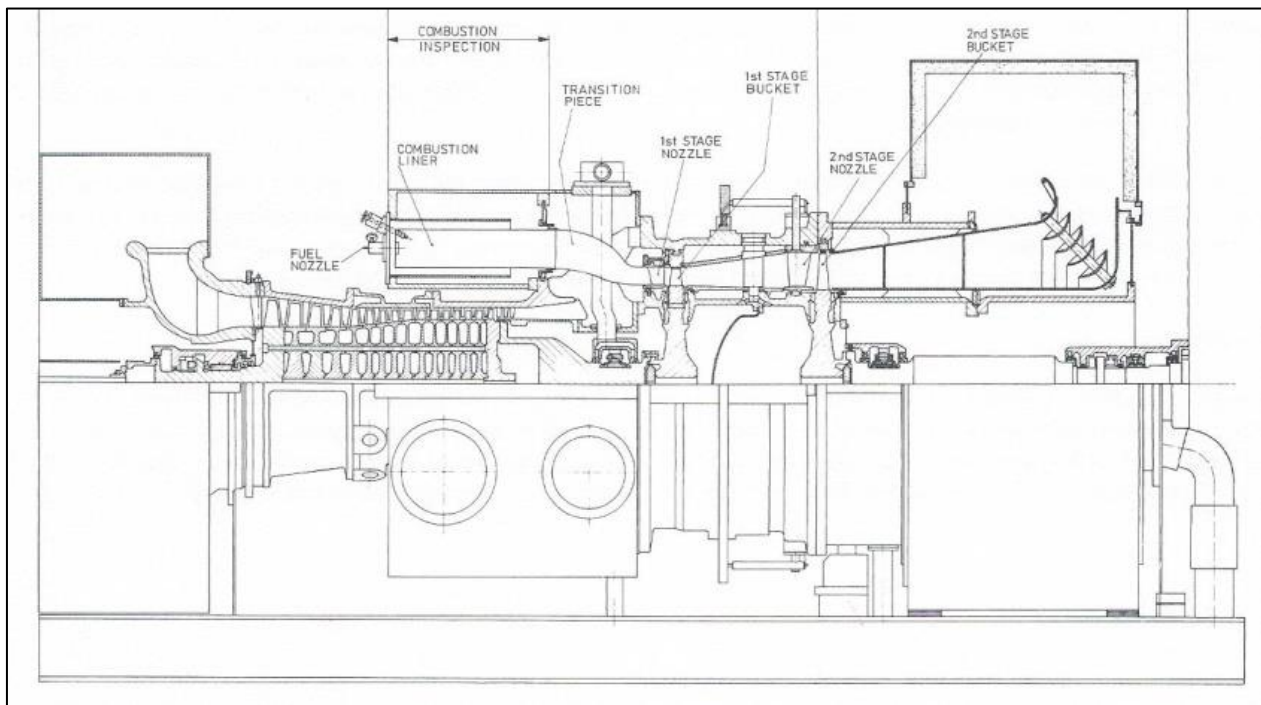
De hete gaspad inspectie bestaat uit verbrandingskamer sectie, de transition pieces, de 1^{ste} trap- en de 2^{de} trap leidschoepen, de loopschoepen en de shrouds. Om deze inspectie te kunnen uitvoeren dient de topcasing van het turbinehuis te worden gelicht. Hiervoor zijn ongeveer 4 dagen met 6 mechanics per shift nodig die 24 uur werken.

Major Inspection.

De major inspectie bestaat in aanvulling op de delen van de hete gaspad inspectie ook uit het volledige demonteren en verwijderen van de gehele bovenhelfd van de compressor. De volgende onderdelen dienen te worden gedemonteerd en verwijderd voor inspectie (scheur onderzoek):

- Loopschoepen, waarna een vloeistof penetrant inspectie wordt uitgevoerd.
- Vloeistof penetrant inspectie van de kerstboomvorm in het turbinewiel.
- Vloeistof penetrant inspectie van de turbineleidschoepen.
- Vloeistof penetrant inspectie van de lagers, ashalzen en de seals.
- Vloeistof penetrant inspectie van compressor stationaire - en roterende schoepen.
- Inspectie van inlaat en uitlaat sectie

De major inspectie kan in twee delen worden uitgevoerd i.v.m. de beschikbaarheid van de gasturbine. Dit om niet te veel van de geplande vaartijdschema af te wijken. Voor een major inspectie zijn ongeveer 5-6 dagen met 10-12 mechanics per shift nodig die 24 uur werken.



Inspectie Intervals

De eerste inspectie intervals (draaiuren) zouden als volgt kunnen zijn: (gebaseerd op 100 draaiuren per start)

Type Brandstof	Brandstof nozzle Inspectie	Verbrandingskamer Inspectie	Hete gaspad Inspectie	Major Inspectie
Destilate	1500 - 2500	5000 - 7000	10.000 - 14.000	20.000 - 28.000
Residual	750 - 1250	2500 - 3500	5000 - 7000	20.000 - 28.000

6. Beschrijving combined cycle installatie

De warmte van de uitlaatgassen uit de 20 MW gasturbine wordt gedeeltelijk terug gewonnen in een uitlaatgassen ketel, welke de oververhitte stoom levert aan de hoofdstoomleiding, die ook gevoed wordt door de oververhitte stoom uit een hulpstoomketel, met stoom van de zelfde capaciteit en kwaliteit. Deze stoom wordt gebruikt om een 20 Mw stoomturbine aan te drijven. De gasturbine en de stoomturbine zijn beiden gekoppeld aan een double gear input, single gear output tandwielkast.

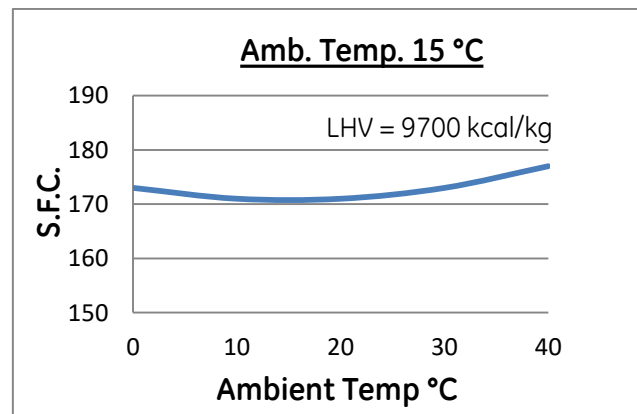
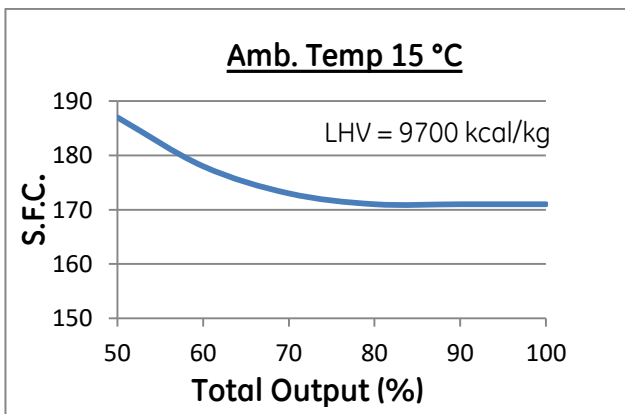
De hoofd delen voor de voortstuwingsinstallatie zijn:

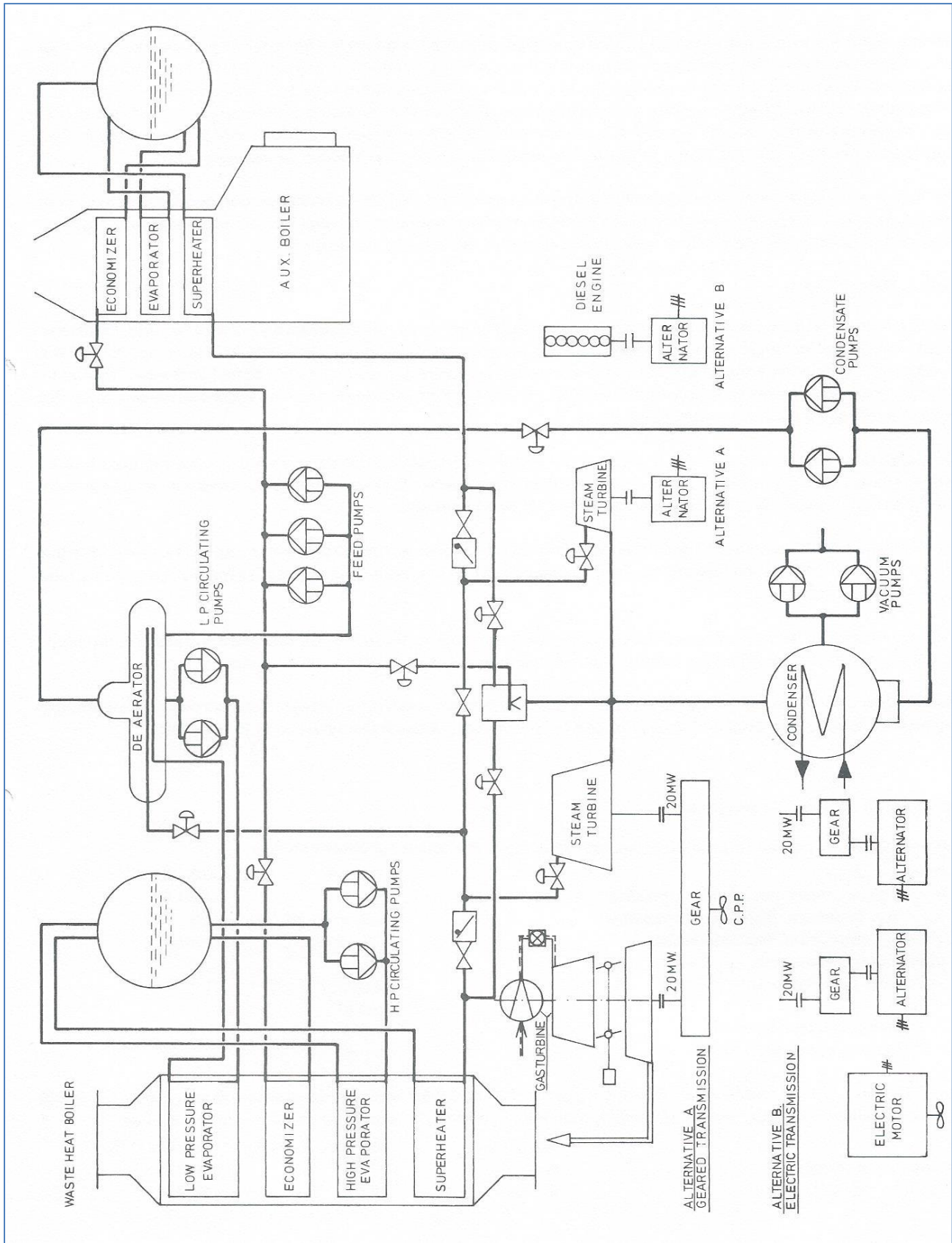
1. Een Simple cycle 2 assige standaard marine heavy duty gasturbine
2. Een marine stoomturbine met condensor
3. Een hulp stoomketel
4. Een uitlaatgassen ketel met 4 warmte wisselaars namelijk: superheater, hoge druk evaporator, economizer en een lage druk evaporator.

Het combined cycle schema van de voortstuwingsinstallatie laat zien dat het stoomsysteem zo eenvoudig mogelijk is gehouden. Alle pompen worden elektrisch aangedreven om de hoeveelheid stoomleidingen te reduceren.

Kenmerken

- Lage installatie kosten t.g.v. reduceren van de hoeveelheid stoomleidingen en complexiteit.
- Vermogen kan onafhankelijk van elke turbine worden geregeld. Dit geeft een veelzijdige opstelling voor deellast bedrijfsvoering en onderhoud.
- Een laag specifiek brandstof verbruik (S.F.C.) wordt verkregen doordat de 2 assige gasturbine de hoge uitlaatgassen temperatuur behoudt tijdens een groot deel van zijn belastingbereik.
- De invloed van de buitentemperatuur op het (S.F.C.) verbruik is verwaarloosbaar, omdat, (hoewel het S.F.C. toeneemt bij een hogere buitenlucht temperatuur), het omgekeerde het geval is voor het stoom deel.

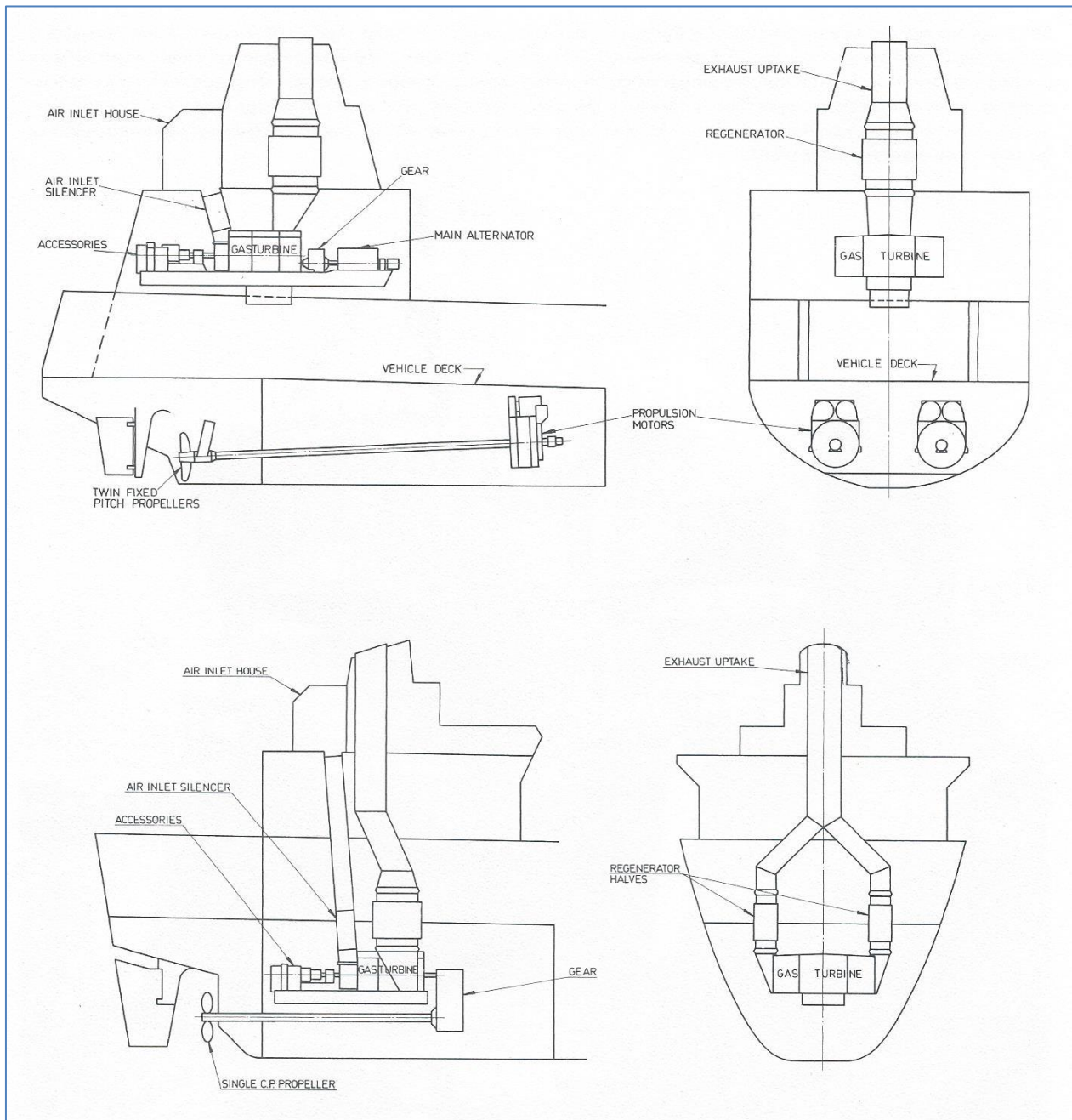




40 Mw Combined Cycle voortstuwings installatie

7. Voorstuwing installatie

Het transmissie systeem van de scheepsinstallatie kan zowel mechanisch als electrisch zijn. Het ontwerp bestaat uit een dubbele reductie tandwielkast- CRP schroef combinatie. Een elektrische overbrenging tussen gasturbine en schroef werkt als reductiewiel, koppeling, rem en schokabsorberend medium. Deze opstelling biedt een grotere flexibiliteit waardoor de voortstuwingsmotor achterin het schip geplaatst kan worden, en de gasturbine gedreven generator op elke locatie die het beste past bij het type schip.



8. Performance

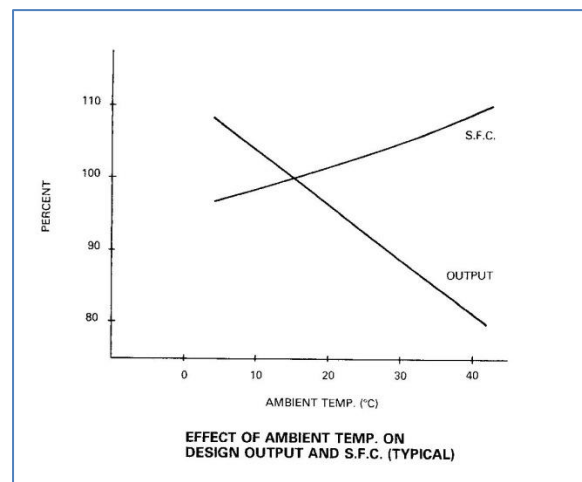
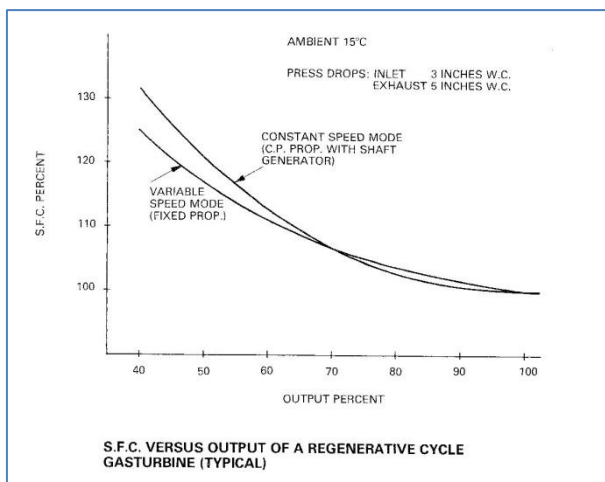
Ontwerp Performance van Regenerative Cycle Turbines

In de onderstaande tabel zijn de ontwerp data performance punten van de regeneratieve cycli gasturbines van de productline te zien.

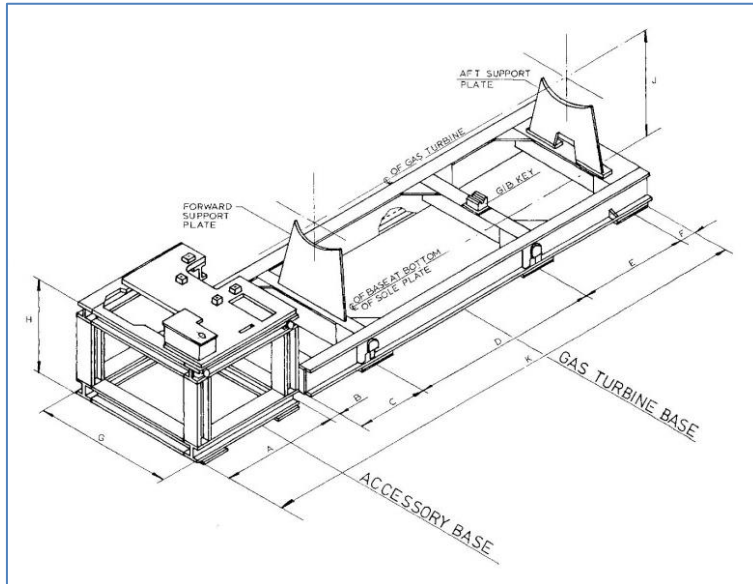
Gegevens datapunten met grotere vermogens bij een lager brandstof verbruik is afhankelijk van de specifieke warmtebalans voor elke toepassing gekozen.

Gasturbine type		MS 3002 R		MS 5002 RA		MS 5002 RB	
		Dist.	Res.	Dist.	Res.	Dist.	Res.
Brandstof type							
Output	MBHP	13100	11600	24200	22600	29700	27850
S.F.C.	gr/MBHP-hr	188	202	187	201	187	201
Load turbine speed	RPM	6500	6500	4670	4670	4670	4670
HP turbine speed	RPM	7100	6900	5100	5100	5100	5100
Air flow	Kg/sec	50,7	49,4	96,6	96,6	115,4	115,4
Firing temperatuur	°C	955	900	930	900	932	900
Turbine uitlaat temp.	°C	546	512	533	512	507	487
Regenerator uitlaat temp.	°C	350	333	338	331	350	342

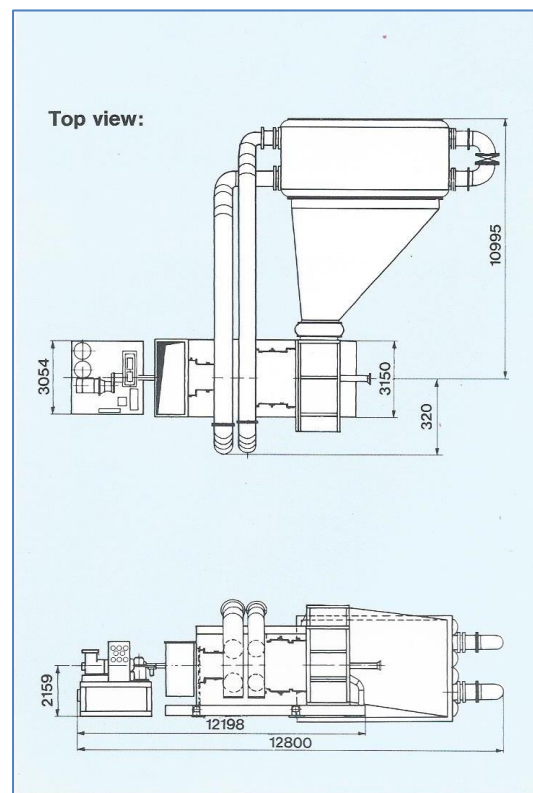
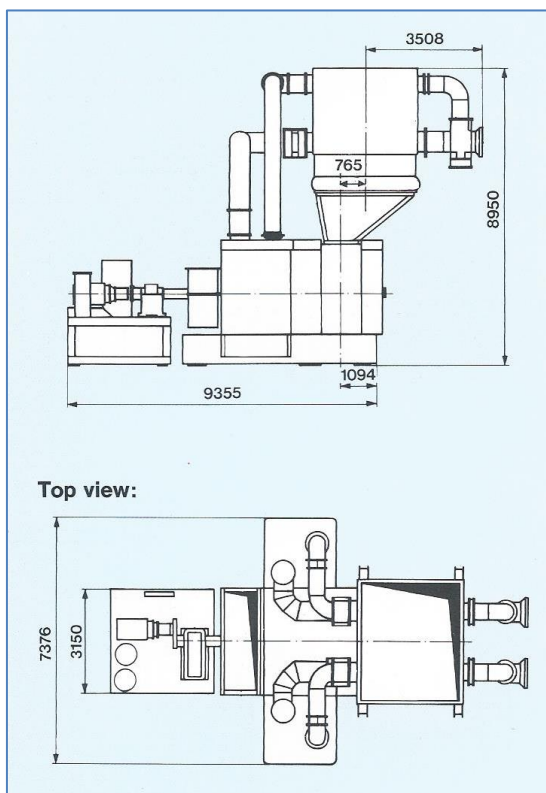
De performance data punten (van bovenstaande tabel) van de uitgaande as van de gasturbine, zijn gebaseerd op omgevingstemperatuur van 15 °C, 3 inch W.C. inlaat - en 5 inch W.C. uitlaat drukval, brandstof LHV = 9700 kcal/kg (residual) en 10230 kcal/kg (distillate).



9. Gasturbine Afmetingen en gewichten

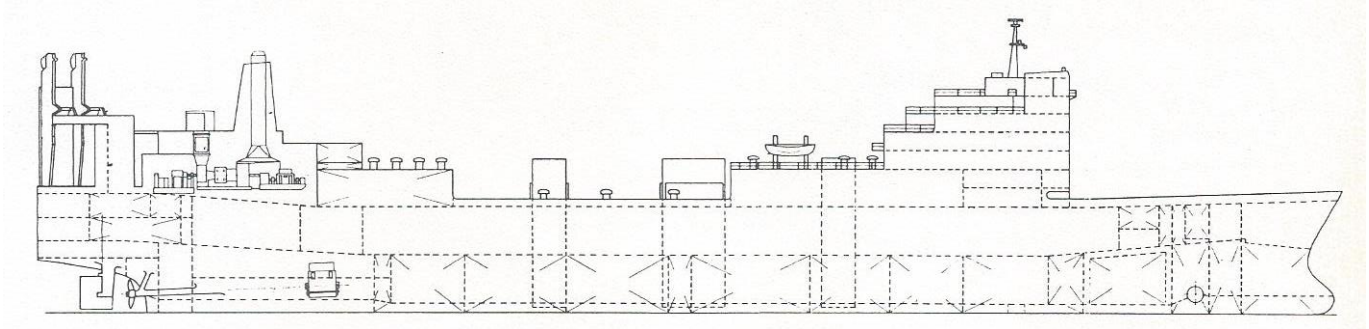


Gewicht MS 3002-R Marine		Gewicht MS 5002-R Marine	
Gasturbine en frame	66,2 Ton	Gasturbine en frame	100 Ton
Regenerator en leidingwerk	63,6 Ton	Regenerator en pijpwerk	127 Ton
Totaal gewicht	129,8 Ton	Totaal gewicht	227 Ton



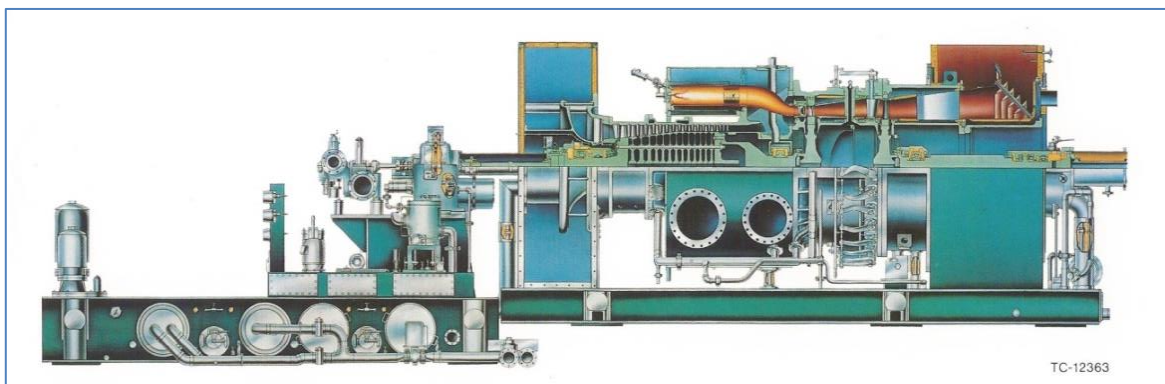
10. Scheeps referentie

De met twee schroefassen voortgestuwde "Union Rotorua" is gebouwd door Whyalla shipbuilding & Engineering uit Zuid Australië voor de Union Steamship company uit Nieuw Zeeland. En was destijds een bijzonder schip, en wel omdat het door een gasturbine werd voortgestuwd.

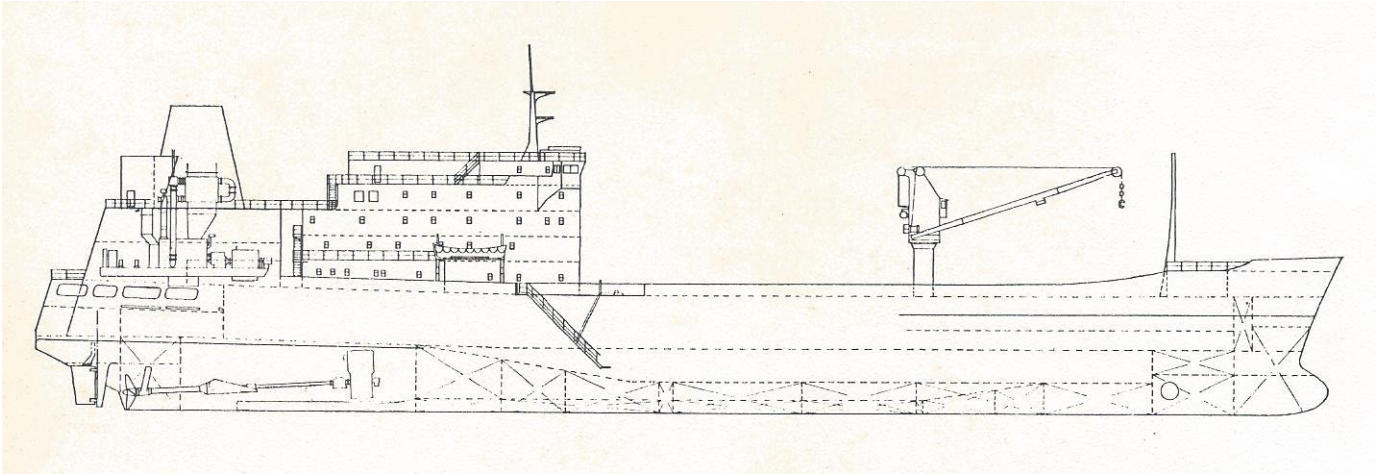


De voortstuwingsinstallatie bestaat uit een General Electric MS 5262 R(B) gasturbine van het regeneratieve cycle type, met daaraan gekoppeld een wisselstroom generator. De wisselstroom generator levert een continue vermogen van 18,822 MW voor beide synchroon wisselstroommotoren die met een constant toerental van 200 rpm de beide schroefassen aandrijven. Het toerental van de gasturbine wordt m.b.v. een tandwielkast gereduceerd van 4670 rpm naar 1500 rpm. De "union Rotorua" heeft verstelbare schroeven om de spoed te verstellen tijdens het manoeuvreren, van maximaal vooruit tot maximaal achteruit. Ook tijdens het manoeuvreren is het mogelijk een gedeelte van de opgewekte energie via een transformator in het scheepsnet te voeden. Aan de voorzijde van het schip is een elektrisch gedreven boegschroef aangebracht. De machines worden vanaf de brug bediend. Het toerental van de gasturbine wordt geregeld door het turbine control systeem, geïntegreerd met de voortstuwing controls.

Gasturbine: Thomassen /GE MS 5002 R(B).	Lengte o.a.	199 m
Elektrisch Transmissie systeem: GEC/Elliot.	Lengte b.p.	183 m
Turbine generator vermogen 20 MW ac.	Breedte	26,2 m
Turbine generator constant toerental 1500 rpm.	Diepte	18,1 m
Vermogen omkeerbare voorstuwingsmotor: 2 x 9,4 MW dc	Diepte last	7,925 m
Toerental omkeerbare voorstuwingsmotor: 200 rpm	DWT	12,700 ton
Scheepssnelheid: 20 mijl/uur.		



De eveneens met twee schroefassen voortgestuwde "Seaway Princess" is gebouwd door Whyalla shipbuilding & Engineering uit Zuid Australië voor de Union Steam ship company uit Nieuw Zeeland.



De "Seaway Princess" 1976 – 1986 (Ro-Ro)

Lengte o.a. 132.4 m
Lengte b.p. 121.9 m
Breedte 19.5 m
Diepte 11.9 m
Diepte last 5.6 m
DWT 4150 ton

Gasturbine: Thomassen /GE MS 3002 R.

Elektrisch Transmissie systeem: GEC/Elliot.

Turbine generator vermogen 10 MW ac.

Turbine generator constant toerental 1500 rpm.

Vermogen omkeerbare voorstuwingsmotor: 2 x 3972 KW dc

Toerental omkeerbare voorstuwingsmotor: 200 rpm

Scheepssnelheid: 18,5 mijl/uur.

