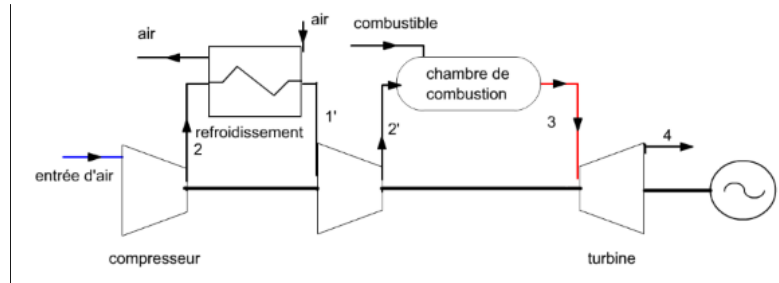


Exploration d'une turbine à gaz à compression fractionnée

Turbine à gaz à compression fractionnée, taux de compression 16, température d'entrée turbine 1150 °C

Introduction



Une autre idée pour améliorer le cycle de la turbine à gaz consiste à fractionner la compression. Cette opération peut le cas échéant être répétée plusieurs fois.

Examinons le cas d'un cycle dit à refroidissement intermédiaire, dans lequel la compression est fractionnée. En sortie du premier corps de compression, l'air à 185 °C est refroidi par échange avec de l'air extérieur à 15 °C, ce qui permet de baisser sa température à 20 °C. Il est alors recomprimé à la pression finale, le travail de compression étant plus faible.

En revanche, comme la température de sortie du deuxième corps de compression a elle aussi baissé, il faut apporter plus de chaleur dans la chambre de combustion. Le bilan global reste cependant bénéfique : il en résulte surtout une augmentation de la puissance et un tout petit gain de rendement.

La difficulté est que la morphologie des turbines à gaz qui conduisent aux meilleures performances n'est généralement pas bien adaptée à un refroidissement intermédiaire, de telle sorte que cette solution est rarement employée.

Dans cette exploration dirigée, nous étudierons le cycle à compression fractionnée.

Chargement du modèle de la turbine à compression fractionnée

Nous allons maintenant étudier le cycle à *compression fractionnée*.

1. Charger le modèle

Cliquez sur le lien suivant :

Ouvrir un fichier dans Thermoptim

Vous pouvez aussi ouvrir le fichier de schéma (Tag_RI.dia) grâce au menu "Fichier/Ouvrir" du menu de l'éditeur de schémas, et le fichier de projet (Tag_RI.prj) grâce au menu "Fichier de projet/Charger un projet" du menu du simulateur.

Le rendement est de 36 % au lieu de 35,8 %, mais surtout la puissance est passée de 318 kW à 424 kW, du fait de la baisse de la puissance de compression.

La raison pour laquelle le rendement varie peu est que le gain réalisé sur la puissance de compression se traduit par une température d'entrée dans la chambre de combustion beaucoup plus basse que dans la turbine à gaz simple (193 °C au lieu de 442 °C). Pour atteindre la température d'entrée turbine de 1150 °C, il faut compenser cette baisse de température par une puissance thermique à peu près équivalente à la puissance mécanique gagnée.

Notons que la température de fin de compression étant beaucoup plus basse que dans le cycle simple, une régénération complémentaire serait bénéfique.

2. Paramétrage du modèle

Comme nous l'avons indiqué, le nouveau modèle met en œuvre deux nouveaux composants, le compresseur HP et la transfo de refroidissement de l'air comprimé à pression intermédiaire, appelée ici "refroidissement". Par souci de simplicité, nous n'avons pas modélisé l'échangeur avec l'air ambiant, nous contenant d'imposer un refroidissement à la température de 20 °C.

Le paramétrage du modèle ne pose pas de difficulté particulière.

Exercices d'application

1. Influence de la pression intermédiaire

Étudiez par vous-même l'influence de la pression intermédiaire sur les performances de la machine. Faites pour cela varier entre 2 et 12 bar la pression intermédiaire du point 2 en sortie de la transfo compresseur, puis recalculez à chaque fois d'abord le point puis la transfo. Recalculez ensuite plusieurs fois dans l'écran du simulateur jusqu'à ce que le bilan se stabilise.

Quelle est la valeur de la pression intermédiaire qui conduit au meilleur rendement ?

Turbine à gaz à refroidissement intermédiaire et régénération

La modification du cycle que nous avons réalisée en fractionnant la compression permet de réduire la consommation énergétique du compresseur, mais elle est contrebalancée par la consommation additionnelle de combustible pour compenser la plus faible température d'entrée dans la chambre de combustion.

L'écart de température entre les gaz en sortie de turbine et l'air comprimé ayant augmenté, les conditions sont favorables à la mise en place d'une régénération.

Celle-ci permet d'obtenir des performances très supérieures, tant en terme de puissance de la machine qu'en terme de rendement.

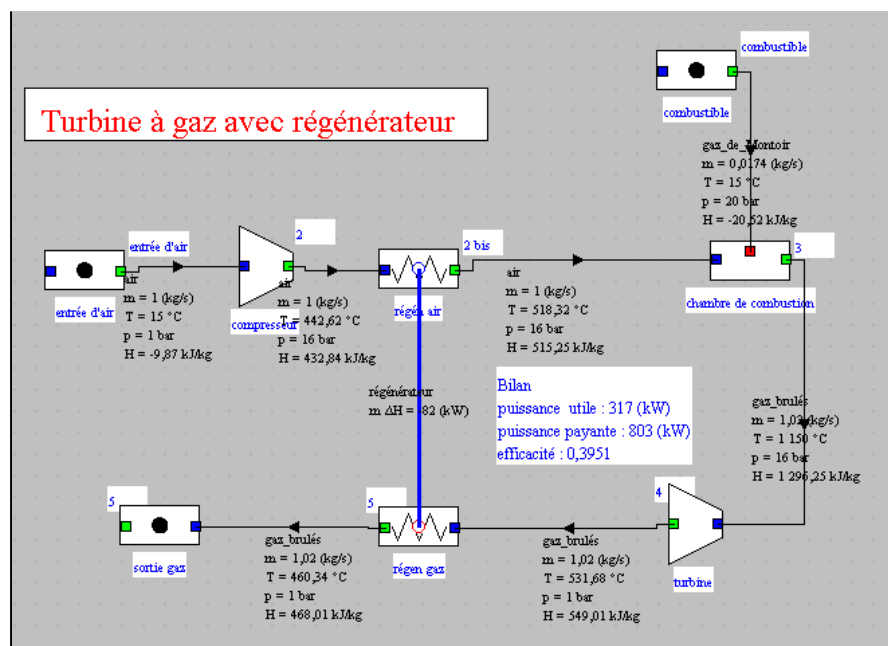
1. Charger le modèle

Cliquez sur le lien suivant : [Ouvrir un fichier dans ThermoOptim](#)

Vous pouvez aussi ouvrir le fichier de schéma (TAG_RI_Regen.dia) grâce au menu "Fichier/Ouvrir" du menu de l'éditeur de schémas, et le fichier de projet (TAG_RI_Regen.prj) grâce au menu "Fichier de projet/Charger un projet" du menu du simulateur.

Dans ce modèle, nous avons retenu une efficacité de 85 % pour l'échangeur de régénération.

2. Énergies mises en jeu



À titre de comparaison, voici les valeurs des performances du cycle de la turbine à gaz avec régénération mais sans compression fractionnée.

Comme vous pourrez le constater, la combinaison du fractionnement et de la régénération a une forte influence sur les performances de la machine.

Quelle est l'augmentation de la puissance mécanique ?

Quelle est l'augmentation de la puissance thermique ?

Conclusion

Cette exploration vous a permis de découvrir un modèle de turbine à gaz à refroidissement intermédiaire et d'analyser la sensibilité de ce modèle par rapport à la pression intermédiaire.

Elle a montré que les meilleures performances sont obtenues en combinant le fractionnement de la compression et la régénération.

De manière analogue à ce qui a été présenté ici, il serait possible de fractionner la détente.