# Rotor 1

- Français
- English

Downloadable files
×

**Open access**

**Git project**

## Original model

Rotor 1 is part of a research program to study aspect ratio because the use of high aspect ratio blading can lead to a decrease in the axial length of compressors and therefore a reduction of their size and weight. To investigate the effects of aspect ratio on compressor range and efficiency, two transonic rotors (rotor 1 and 2) were designed and tested. The variation in aspect ratio was based on a change in aerodynamic chord, and the solidity was kept the same by varying the number of blades.

- Original technical report [(cite:hager1974design>Hager. «Effect of damper on overall and blade-element performance of a compressor rotor having a tip speed of 1151 feet per second and an aspect ratio of 3.6 » 1974. pdf)]:

```
@TechReport{hager1974design,
author      = {Hager, Roy D. and Lewis, George W.},
title       = {Effect of damper on overall and blade-element performance
of a compressor rotor having a tip speed of 1151 feet per second and an
aspect ratio of 3.6},
institution = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United States},
note        = {NASA-TM X-3041, url~:
\url{https://ntrs.nasa.gov/citations/19740018135}, 1974}}
```

- Pictures :

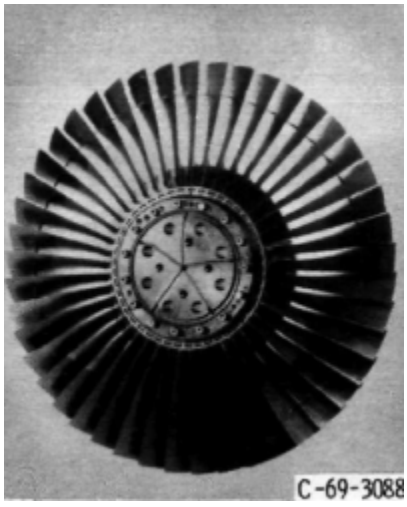


Fig1. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740018135 p.68

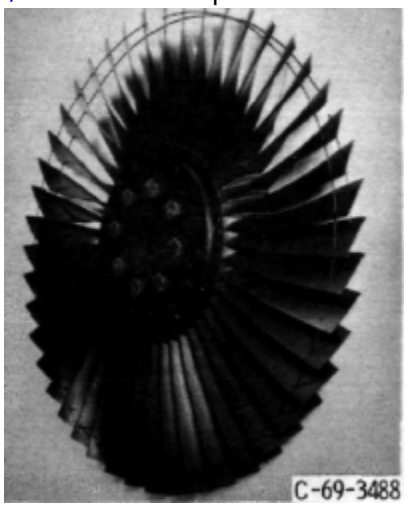



Fig2. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740018135 p.68

# Useful documents

- PDF of the NASA report :

  rotor1.pdf
- CSV file of the blade geometry :

  rotor1_original.csv

# Geometry

The geometry of rotor 1 is described in the original NASA report by the following tables. The length are in inches and the angles in degrees.

ROTOR 1 - MOD 1

| RP | PERCENT SPAN | RADII RI | RO | BLADE ANGLES KIC | KTC | KOC | DELTA INC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TIP | 0. | 10.000 | 9.900 | 59.46 | 52.90 | 46.35 | 3.21 |
| 1 | 5. | 9.730 | 9.657 | 57.70 | 51.81 | 45.80 | 3.31 |
| 2 | 10. | 9.442 | 9.413 | 56.00 | 50.54 | 45.00 | 3.43 |
| 3 | 20. | 8.883 | 8.927 | 53.05 | 47.75 | 42.30 | 3.64 |
| 4 | 22. | 8.740 | 8.810 | 52.40 | 46.97 | 41.50 | 3.70 |
| 5 | 25. | 8.604 | 8.684 | 51.70 | 46.21 | 40.40 | 3.75 |
| 6 | 28. | 8.460 | 8.560 | 51.20 | 45.37 | 39.00 | 3.80 |
| 7 | 30. | 8.313 | 8.430 | 50.50 | 44.48 | 37.80 | 3.87 |
| 8 | 33. | 8.160 | 8.300 | 49.80 | 43.52 | 36.40 | 3.92 |
| 9 | 50. | 7.193 | 7.467 | 45.70 | 36.53 | 26.30 | 4.33 |
| 10 | 70. | 5.991 | 6.494 | 39.90 | 25.27 | 10.00 | 5.09 |
| 11 | 90. | 4.630 | 5.521 | 33.45 | 10.69 | -10.50 | 6.38 |
| HUB | 100. | 4.000 | 5.050 | 30.78 | 4.42 | -21.94 | 7.07 |

| RP | BLADE THICKNESSES TI | TM | TO | AXIAL DIMENSIONS ZMC | ZTC | ZOC | CONE ANGLE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TIP | 0.020 | 0.073 | 0.020 | 0.501 | 0.501 | 1.084 | -3.800 |
| 1 | 0.020 | 0.074 | 0.020 | 0.520 | 0.520 | 1.116 | -2.100 |
| 2 | 0.020 | 0.075 | 0.020 | 0.540 | 0.540 | 1.149 | -0.900 |
| 3 | 0.020 | 0.078 | 0.020 | 0.574 | 0.574 | 1.215 | 1.600 |
| 4 | 0.020 | 0.078 | 0.020 | 0.582 | 0.582 | 1.231 | 2.300 |
| 5 | 0.020 | 0.079 | 0.020 | 0.589 | 0.589 | 1.248 | 2.900 |
| 6 | 0.020 | 0.080 | 0.020 | 0.597 | 0.597 | 1.265 | 3.700 |
| 7 | 0.020 | 0.081 | 0.020 | 0.604 | 0.604 | 1.282 | 4.400 |
| 8 | 0.020 | 0.082 | 0.020 | 0.612 | 0.612 | 1.300 | 5.100 |
| 9 | 0.020 | 0.089 | 0.020 | 0.659 | 0.659 | 1.409 | 10.100 |
| 10 | 0.020 | 0.103 | 0.020 | 0.710 | 0.710 | 1.513 | 16.900 |
| 11 | 0.020 | 0.127 | 0.020 | 0.720 | 0.720 | 1.506 | 29.600 |
| HUB | 0.020 | 0.143 | 0.020 | 0.686 | 0.686 | 1.398 | 36.600 |

# Aerodynamic design

| | unit | values |
|---|---|---|
| **pressure ratio** | [-] | 1.53 |
| **mass flow** | [kg/s] | 33.5 |
| **tip speed** | [m/s] | 350.8 |
| **tip solidity** | [-] | 1.3 |
| **aspect ratio** | [-] | 3.6 |
| **rotative speed** | [rad/s] | 1381.25 |

# Material properties

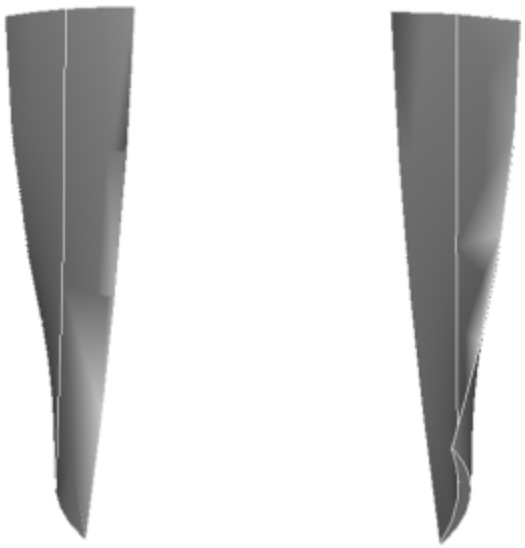
Rotor 1 is made of a 200-grade maraging steel

| | unité | valeurs |
|---|---|---|
| **alloy** | [-] | 18-Ni-200-maraging |
| **Young's modulus** | [GPa] | 180 |
| **density** | [kg/m3] | 8000 |
| **Poisson's ratio** | [-] | 0.3 |
| **yield stress** | [GPa] | 1.38 |

First three natural frequencies (with clamped root) for the mesh:

1. (1F) : 940.8 rad/s / 149.7 Hz
2. (1T) : 3479.2 rad/s / 553.7 Hz
3. (2F) : 5530.2 rad/s / 880.2 Hz

# CAD



Modèles téléchargeables

# À propos

×

**Libre accès**

**lien vers le projet Git**

Le rotor 1 fait partie d'un programme de recherche visant à étudier l'allongement des aubes, car l'utilisation d'un fort allongement peut conduire à une diminution de la longueur axiale des compresseurs et donc à une réduction de leur taille et poids. Pour étudier les effets de cet allongement sur les rendements des compresseurs, deux rotors transsoniques (rotor 1 et 2) ont été conçus et testés. La variation d'allongement entre ces deux rotors a été effectuée grâce à une modification de la corde aérodynamique et la solidité a été maintenue identique en faisant varier le nombre d'aubes.

- Rapport technique original [(cite:hager1974design>Hager. «Effect of damper on overall and blade-element performance of a compressor rotor having a tip speed of 1151 feet per second and an aspect ratio of 3.6 » 1974. NASA-TM X-3041. pdf)]:

```
@TechReport{hager1974design,
  author           = {Hager, Roy D. and Lewis, George W.},
```

```
  institution      = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United
States},
  title            = {Effect of damper on overall and blade-element
performance of a compressor rotor having a tip speed of 1151 feet per
second and an aspect ratio of 3.6},
  year             = {1974},
  number           = {NASA-TM X-3041},
  url              = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19740018135},
}
```

- Photographies :

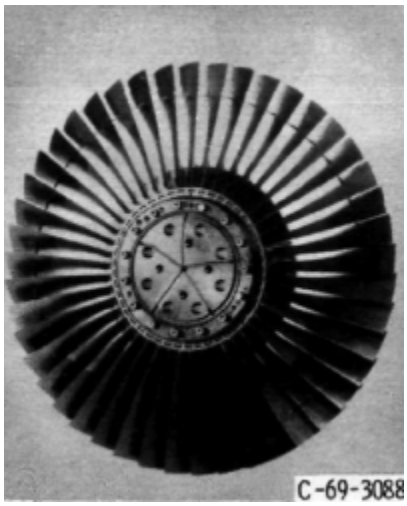



Fig1. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740018135 p.68

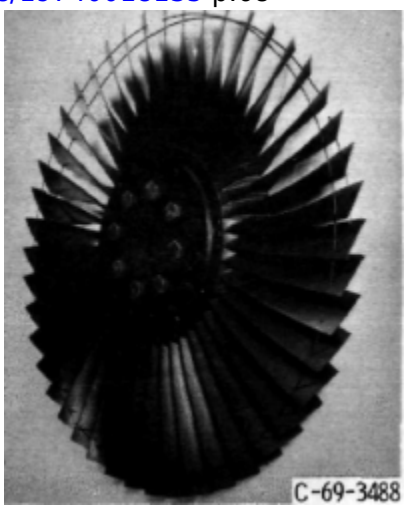



Fig2. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740018135 p.68

### Documents utiles

- modèles téléchargeables (lien vers projet Git)
  - rapport technique original de la NASA (.pdf)
  - fichier de paramètres géométriques (.csv), utilisable en entrée de OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes>Kojtych S., Batailly A. «OpenMCAD, an open blade generator: from Multiple-Circular-Arc profiles to

> Computer-Aided Design model» 2022. code en libre accès)] pour générer l'aube de référence

# Aube de référence

L'**aube de référence** est définie par des profils de type arcs circulaires multiples[(cite:Crouse_1969_computer>Crouse *et al*. «A computer program for composing compressor blading from simulated circular-arc elements on conical surfaces » 1969. NASA-TN-D-5437. pdf)], donnés dans le rapport technique original de la NASA [(cite:hager1974design)]. Les modèles associés sont obtenus avec le code open source OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].

## Géométrie

La géométrie du rotor 1 est décrite dans le rapport d'origine de la NASA par les tableaux suivants. Les grandeurs sont en pouces et en degrés.

ROTOR 1 - MOD 1

| RP | PERCENT SPAN | RADII RI | RO | BLADE ANGLES KIC | KTC | KOC | DELTA INC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TIP | 0. | 10.000 | 9.900 | 59.46 | 52.90 | 46.35 | 3.21 |
| 1 | 5. | 9.730 | 9.657 | 57.70 | 51.81 | 45.80 | 3.31 |
| 2 | 10. | 9.442 | 9.413 | 56.00 | 50.54 | 45.00 | 3.43 |
| 3 | 20. | 8.883 | 8.927 | 53.05 | 47.75 | 42.30 | 3.64 |
| 4 | 22. | 8.740 | 8.810 | 52.40 | 46.97 | 41.50 | 3.70 |
| 5 | 25. | 8.604 | 8.684 | 51.70 | 46.21 | 40.40 | 3.75 |
| 6 | 28. | 8.460 | 8.560 | 51.20 | 45.37 | 39.00 | 3.80 |
| 7 | 30. | 8.313 | 8.430 | 50.50 | 44.48 | 37.80 | 3.87 |
| 8 | 33. | 8.160 | 8.300 | 49.80 | 43.52 | 36.40 | 3.92 |
| 9 | 50. | 7.193 | 7.467 | 45.70 | 36.53 | 26.30 | 4.33 |
| 10 | 70. | 5.991 | 6.494 | 39.90 | 25.27 | 10.00 | 5.09 |
| 11 | 90. | 4.630 | 5.521 | 33.45 | 10.69 | -10.50 | 6.38 |
| HUB | 100. | 4.000 | 5.050 | 30.78 | 4.42 | -21.94 | 7.07 |

| RP | BLADE THICKNESSES TI | TM | TO | AXIAL DIMENSIONS ZMC | ZTC | ZOC | CONE ANGLE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TIP | 0.020 | 0.073 | 0.020 | 0.501 | 0.501 | 1.084 | -3.800 |
| 1 | 0.020 | 0.074 | 0.020 | 0.520 | 0.520 | 1.116 | -2.100 |
| 2 | 0.020 | 0.075 | 0.020 | 0.540 | 0.540 | 1.149 | -0.900 |
| 3 | 0.020 | 0.078 | 0.020 | 0.574 | 0.574 | 1.215 | 1.600 |
| 4 | 0.020 | 0.078 | 0.020 | 0.582 | 0.582 | 1.231 | 2.300 |
| 5 | 0.020 | 0.079 | 0.020 | 0.589 | 0.589 | 1.248 | 2.900 |
| 6 | 0.020 | 0.080 | 0.020 | 0.597 | 0.597 | 1.265 | 3.700 |
| 7 | 0.020 | 0.081 | 0.020 | 0.604 | 0.604 | 1.282 | 4.400 |
| 8 | 0.020 | 0.082 | 0.020 | 0.612 | 0.612 | 1.300 | 5.100 |
| 9 | 0.020 | 0.089 | 0.020 | 0.659 | 0.659 | 1.409 | 10.100 |
| 10 | 0.020 | 0.103 | 0.020 | 0.710 | 0.710 | 1.513 | 16.900 |
| 11 | 0.020 | 0.127 | 0.020 | 0.720 | 0.720 | 1.506 | 29.600 |
| HUB | 0.020 | 0.143 | 0.020 | 0.686 | 0.686 | 1.398 | 36.600 |

## Caractéristiques aérodynamiques

| | **unités** | **valeurs** |
|---|---|---|

| | unités | valeurs |
|---|---|---|
| **taux de compression** | [-] | 1,53 |
| **débit massique** | [kg/s] | 33,5 |
| **vitesse en tête** | [m/s] | 350,8 |
| **solidité en tête** | [-] | 1,3 |
| **allongement** | [-] | 3,6 |
| **vitesse de rotation** | [rad/s] | 1381,25 |

## Propriétés matériau

Le matériau original du rotor 1 n'est pas défini dans le rapport de la NASA.

Propriétés considérées : un acier maraging de grade 200 :

| | unité | valeurs |
|---|---|---|
| **alliage** | [-] | 18-Ni-200-maraging |
| **module d'Young** | [GPa] | 180 |
| **masse volumique** | [kg/m3] | 8000 |
| **coefficient de Poisson** | [-] | 0,3 |
| **limite élastique** | [GPa] | 1,38 |

## Modèle CAO



intrados



extrados

### Fréquences propres

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastrés) pour le maillage obtenu avec OpenMCAD :

| Mode | Type | Pulsation propre (rad/sec) | Fréquence propre (Hz) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1F | 1018.5 | 162,1 |
| 2 | 1T | 3542.5 | 563,8 |
| 3 | 2F | 6094.7 | 970,0 |

## Aube initiale

L'**aube initiale** est définie par des paramètres spécifiques au LAVA[(cite:Kojtych_2022_Methodology>Kojtych S. *et al*. «Methodology for the Redesign of Compressor Blades Undergoing Nonlinear Structural Interactions: Application to Blade-Tip/Casing Contacts » 2022. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Vol. 145, No. 5. pdf)] obtenus à partir du modèle CAO de l'aube de référence. La géométrie de l'aube initiale est similaire à celle de l'aube de référence.

### Fréquences propres

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastrés),

- pour le maillage complet :

| Mode | Type | Pulsation propre (rad/sec) | Fréquence propre (Hz) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1F | 1019.1 | 162,2 |
| 2 | 1T | 3539.3 | 563,3 |
| 3 | 2F | 6074.0 | 966,7 |

- pour le modèle réduit :

| Mode | Type | Pulsation propre (rad/sec) | Fréquence propre (Hz) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1F | 1019.1 | 162,2 |
| 2 | 1T | 3540.8 | 563,5 |
| 3 | 2F | 6075.8 | 967,0 |

</tabs>

Document issu de la page wiki:
**https://wiki.lava.polymtl.ca/public/modeles/rotor_01/accueil?rev=1673891058**

Dernière mise à jour: **2023/04/05 08:59**