Rotor 51A

- Français
- English

Downloadable models
×

Open access

Git project

About

This report presents the experimental performance for a fan in the series, designated fan stage 5lA. The 12-bladed, 50.8-centimeter-diameter fan was designed for a tip-sgeed of 243.8 meters per second. The design stage pressure rniio was 1.15 at a weight flow of 29.9 kilograms per second. The fan blade angles can be manually reset. Overall performance for both the rotor and the stage along with the blade-element performance of both rotor and stator are presented for the design rotor blade setting angle.

- Original NASA technical report [(cite:hager1974design>Hager. «Performance of a 1.15-pressure-ratio Axial-flow Fan Stage with a Blade Tip Solidity of 0.5» 1974. pdf)]:

```
@TechReport{osborn1974performance,
  author           = {Osborn, Walter Martin and Steinke, Ronald J},
  date             = {1974},
  institution      = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United
States},
  title            = {Performance of a 1.15-pressure-ratio Axial-flow Fan
Stage with a Blade Tip Solidity of 0.5},
  number           = {NASA-TM X-3052},
  url              = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256},
}
```

- Pictures :

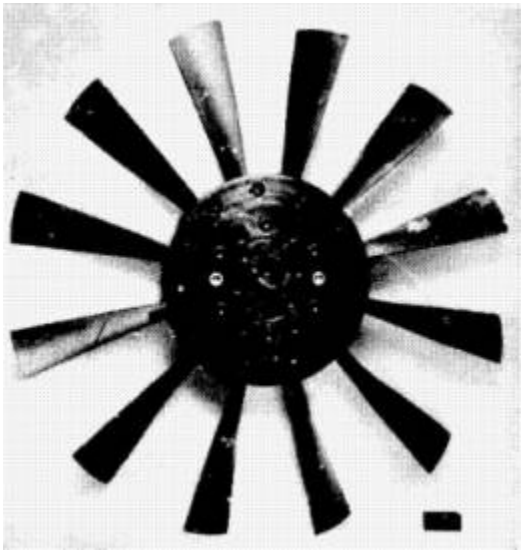


Fig1. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256 p.67

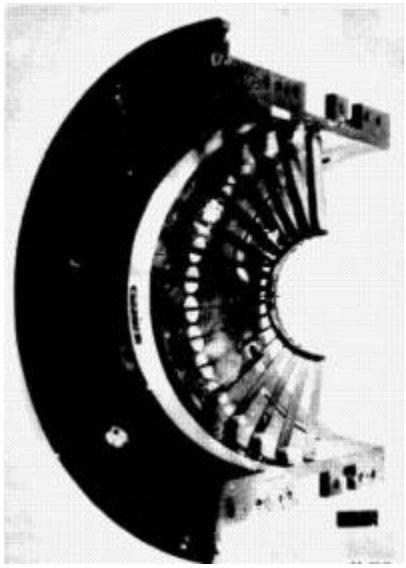


Fig2. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256 p.67

Useful documents

- downloadable models (Git project)
  - NASA technical report (.pdf)
- (.csv), usable as input of 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)] to generate reference blade models.

Reference blade

The **reference blade** is defined with multiple-circular arc profiles[(cite:Crouse_1969_computer)] given in the original NASA report[(cite:osborn1974performance)]. Corresponding models are computed with the

open-source code OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].

Geometry

The geometry of rotor 51A is described in the original NASA report by the following table. The lenghts are in inches and the angles in degrees.

TABLE V. - BLADE GEOMETRY FOR STATOR 51

RP	PERCENT SPAN	RADII R1	RADII R2	BLADE ANGLES KIC	BLADE ANGLES KTC	BLADE ANGLES KOC	DELTA INC	CONE ANGLE
TIP	0.	25.400	25.400	14.23	5.35	-4.13	9.21	0.057
1	5.	24.595	24.607	14.32	5.12	-4.08	9.21	0.144
2	10.	23.861	23.887	14.46	5.21	-4.04	9.21	0.306
3	15.	23.130	23.169	14.64	5.31	-4.02	9.21	0.448
4	30.	20.924	21.000	15.52	5.76	-4.01	9.19	0.885
5	50.	17.964	18.089	17.43	6.65	-4.12	9.17	1.459
6	70.	14.953	15.117	19.96	7.85	-4.26	9.13	1.913
7	85.	12.651	12.792	21.69	8.74	-4.21	8.11	1.644
8	90.	11.873	11.971	22.02	8.95	-4.13	9.11	1.143
9	95.	11.090	11.128	22.24	9.12	-4.00	9.12	0.442
HUB	100.	10.160	10.160	22.50	9.33	-3.85	9.13	0.057

Aerodynamic design

^ ^ unit ^ value ^ ^ 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

The material of rotor 51A is not defined in the original NASA report. A 200-grade maraging steel is considered: ^ ^ unit ^ value ^ ^ alloy | [-] | 18-Ni-200-maraging | ^ Young's modulus | [GPa] | 180 | ^ density | [kg/m3] | 8000 | ^ Poisson's ratio | [-] | 0.3 | ^ yield stress | [GPa] | 1.38 |

CAD model

The CAD model is computed with the open source code OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].



pressure side



suction side

Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root) for the mesh computed with OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)]:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1		2578.588	410.395
2		8044.80	1280.37
3		10763.98	1713.14

Initial blade

The **initial blade** is defined with in-house LAVA parameters[(cite:Kojtych_2022_Methodology)] computed from the reference blade CAD model. The initial blade is usually used as starting point for an optimization process. Its geometry is similar to the one of the reference blade.

Natural frequencies

First three natural frequencies (with clamped root)

- from the whole mesh:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1		2560.66	407.541
2		8009.99	1 274.83
3		10726.52	1 707.18

- from the reduced order model:

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
1		2560.75	407.556

Mode	Type	Natural angular frequency (rad/sec)	Natural frequency (Hz)
2		8013.95	1275.46
3		10729.8	1707.7

Modèles téléchargeables

×

Libre accès

lien vers le projet Git

À propos

Ce rapport présente les performances expérimentales d'un ventilateur de la série, désigné étage de ventilateur 5lA. Le ventilateur à 12 pales de 50,8 centimètres de diamètre a été conçu pour une vitesse de pointe de 243,8 mètres par seconde. La pression d'étage de conception était de 1,15 à un débit pondéral de 29,9 kilogrammes par seconde. Les angles des pales du ventilateur peuvent être réinitialisés manuellement. Performances globales pour le rotor. Les performances du rotor et du stator sont présentées pour l'angle de réglage des pales du rotor de conception.

- Rapport technique original [(cite:hager1974design>)]:

```
@TechReport{osborn1974performance,
  author           = {Osborn, Walter Martin and Steinke, Ronald J},
  date             = {1974},
  institution      = {NASA Lewis Research Center Cleveland, OH, United
States},
  title            = {Performance of a 1.15-pressure-ratio Axial-flow Fan
Stage with a Blade Tip Solidity of 0.5},
  number           = {NASA-TM X-3052},
  url              = {https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256},
}
```

- Photographies :

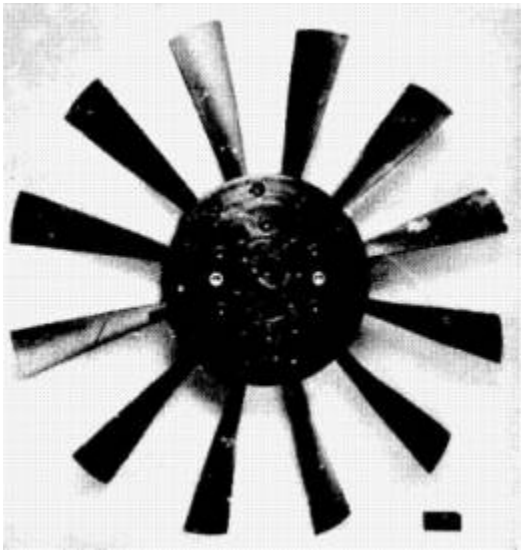


Fig1. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256 p.67

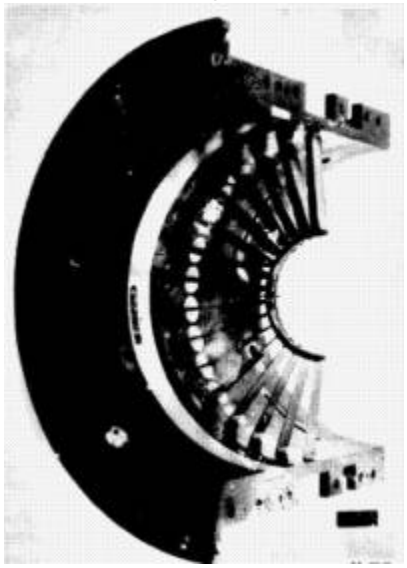


Fig2. https://ntrs.nasa.gov/citations/19740021256 p.67

Documents utiles

- modèles téléchargeables (lien vers projet Git)
  - rapport technique original de la NASA (.pdf)
- (.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:osborn1974performance)]. Les modèles associés sont obtenus avec le code en libre accès OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].

Géométrie

La géométrie du rotor 51A est décrite dans le rapport d'origine de la NASA par les tableaux suivants. Les grandeurs sont en pouces et en degrés.

TABLE V. - BLADE GEOMETRY FOR STATOR 51

RP	PERCENT SPAN	RADII RI	RO	BLADE ANGLES KIC	KTC	KOC	DELTA INC	CONE ANGLE
TIP	0.	25.400	25.400	14.23	5.35	-4.13	9.21	0.057
1	5.	24.595	24.607	14.32	5.12	-4.08	9.21	0.144
2	10.	23.861	23.887	14.46	5.21	-4.04	9.21	0.306
3	15.	23.130	23.169	14.64	5.31	-4.02	9.21	0.448
4	30.	20.924	21.000	15.52	5.76	-4.01	9.19	0.885
5	50.	17.964	18.089	17.43	6.65	-4.12	9.17	1.459
6	70.	14.953	15.117	19.96	7.85	-4.26	9.13	1.913
7	85.	12.651	12.792	21.69	8.74	-4.21	9.11	1.644
8	90.	11.873	11.971	22.02	8.95	-4.13	9.11	1.143
9	95.	11.090	11.128	22.24	9.12	-4.00	9.12	0.442
HUB	100.	10.160	10.160	22.50	9.33	-3.85	9.13	0.057

==== Caractéristiques aérodynamiques ==== ^ ^ unité ^ 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 |

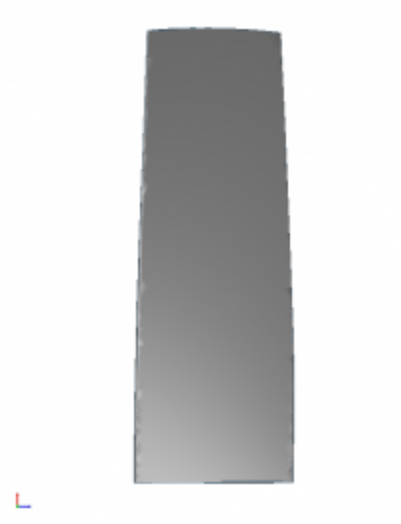
Propriétés matériau

Le matériau original du rotor 51A n'est pas défini dans le rapport de la NASA. Un acier maraging de grade 200 est considéré:

	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

Le modèle CAO est obtenu avec OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)].



intrados



extrados

==== Fréquences propres ====

Fréquences des trois premiers modes (noeuds du pied d'aube encastrés) pour le maillage obtenu avec OpenMCAD[(cite:Kojtych_2022_gene_aubes)] :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1		2578,588	410,395
2		8044,80	1280,37
3		10763,98	1713,14

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. L'aube initiale est classiquement utilisée comme point de départ dans le cadre de

procédures d'optimisation; sa géométrie 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		2560,66	407,541
2		8009,99	1 274,83
3		10726,52	1 707,18

- pour le modèle réduit :

Mode	Type	Pulsation propre (rad/sec)	Fréquence propre (Hz)
1		2560,75	407,556
2		8013,95	1275,46
3		10729,8	1707,7

Document issu de la page wiki:
https://wiki.lava.polymtl.ca/public/modeles/rotor_51a/accueil?rev=1680404923

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