

ESEIAAT  
SISTEMES DE PROPULSIÓ D'AERONAUS

# Disseny d'un compressor

*Eva María Urbano González*  
*Pol Fontanes*  
*Boyan Naydenov*

15 de juny de 2018

# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció i Objectius</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Càlcul del primer escaló del compressor</b>	<b>2</b>
2.1	Càlcul de $\beta_a$ i $\beta_b$ en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	2
2.2	Càlcul de $C_D$ i $C_L$ en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
2.3	Càlcul del rendiment de l'escaló en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
2.4	Velocitat axial en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
2.5	Càlcul de la velocitat tangencial en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
2.6	Càlcul del treball de l'escaló en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
2.7	Càlcul de la relació de radis en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
2.8	Càlcul del radi exterior, radi interior, radi mitjà i altura en funció de $S/C$ i $\Psi$ .	3
2.9	Càlcul de la velocitat de gir en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Elecció de paràmetres <math>S/C</math> i <math>\Psi</math></b>	<b>4</b>
3.1	Selecció del cas amb major rendiment . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Opcional 1. Càlcul de <math>S</math> i <math>N</math> (número d'àleps al primer graó)</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Opcional 2. Càlcul de la longitud total del compressor</b>	<b>7</b>

## Codis

## Índex de figures

1	Valors de $\beta_a$ en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	2
2	Valors de $\beta_b$ en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	3
3	Valors de $\tau$ en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	4
4	Valors de $\eta$ en funció de $S/C$ i $\Psi$ . . . . .	5

# 1 Introducció i Objectius

El present treball forma part de l'assignatura de Sistemes de Propulsió d'Aeronaus. Gran part d'aquesta assignatura consisteix en l'estudi dels tipus de motors d'una aeronau i de les possibilitats d'optimització, a més de la parametrització dels motors tant en cas ideal com en cas real.

Per tal de duu a terme un estudi més profund de les àrees de coneixement relacionades amb l'assignatura es proposa la realització d'aquest treball. L'objectiu es el disseny preliminar de la motorització d'un avió. Només es donen tres condicions de disseny, de manera que el sistema no queda definit, si no que s'han d'establir certs criteris per a aconseguir tots els paràmetres del motor. En les següents pàgines es discutirà quin tipus de motor pot ser adequat i el criteri de disseny a utilitzar. Seguidament s'implementarà aquest criteri per obtenir alguns dels paràmetres del avió i després es calcularà la resta tenint en compte que el motor es real. Un cop obtinguda la parametrització, s'afegirà al motor un mixer i un postcombustor. En cas que s'hagi decidit afegir un fan, es seleccionarà l'hèlix. Posteriorment, i un cop obtingut els flux màssic tant d'aire com de combustible, es calcularan les àrees del motor.

## 2 Càlcul del primer escaló del compressor

### 2.1 Càlcul de $\beta_a$ i $\beta_b$ en funció de $S/C$ i $\Psi$

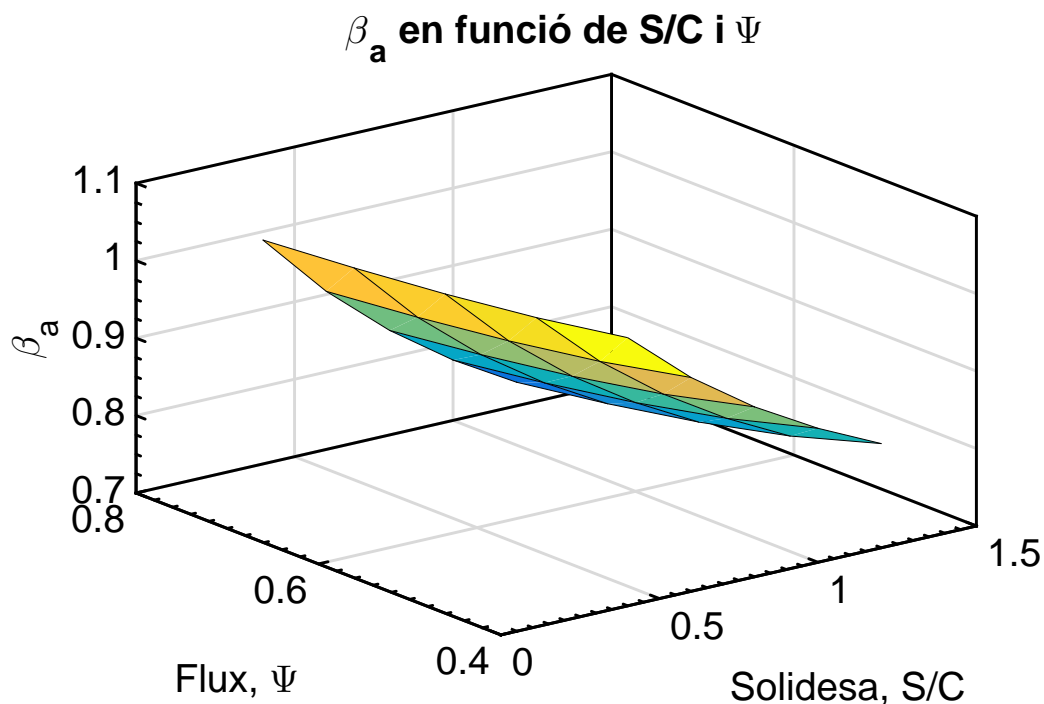


Figura 1: Valors de  $\beta_a$  en funció de  $S/C$  i  $\Psi$ .

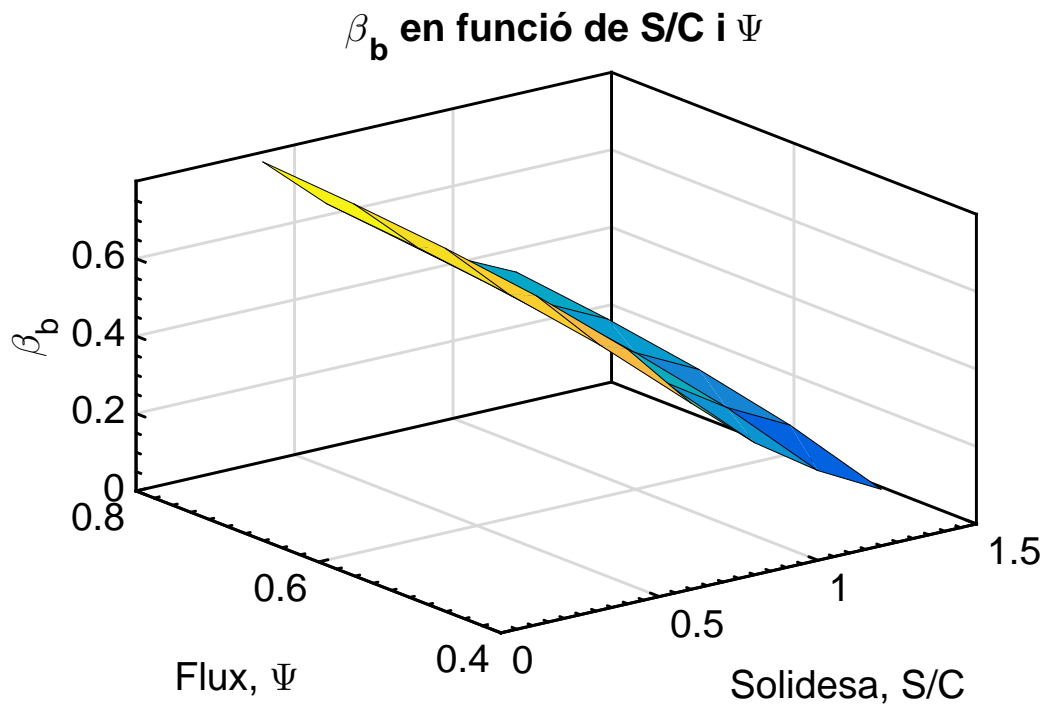


Figura 2: Valors de  $\beta_b$  en funció de  $S/C$  i  $\Psi$ .

- 2.2 Càlcul de  $C_D$  i  $C_L$  en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.3 Càlcul del rendiment de l'escaló en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.4 Velocitat axial en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.5 Càlcul de la velocitat tangencial en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.6 Càlcul del treball de l'escaló en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.7 Càlcul de la relació de radis en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.8 Càlcul del radi exterior, radi interior, radi mitjà i altura en funció de  $S/C$  i  $\Psi$
- 2.9 Càlcul de la velocitat de gir en funció de  $S/C$  i  $\Psi$

### 3 Elecció de paràmetres $S/C$ i $\Psi$

Es parteix del coneixement que el treball específic que ha de subministrar el nostre motor és  $\tau_{23} = 300000 J/kg$ .

A partir de motors similars, s'aprecia que les solucions per compressors estan entre 7, 8, 9 i 10 graons. Per tant, per cada un dels 4 casos es pot trobar el valor que es tindria de solidesa i el coeficient de flux del gràfic de  $\tau_{esc}$ . S'escollirà el cas que tingui un major rendiment per escaló de tots els possibles.

Primer de tot es necessari saber el treball específic que ha de realitzar cada etapa de compressió segons el numero total d'etapes. Es calcula com  $\tau_{esc} = \tau_{23}/N$  on  $N$  és el número d'etapes de compressió.

N	$\tau_{esc}$ [J/kg]
7	$4.29 \times 10^4$
8	$3.75 \times 10^4$
9	$3.33 \times 10^4$
10	$3.00 \times 10^4$

Taula 1: Treball específic segons etapes de compressió

Després, es superposen (Figura 3) els resultats obtinguts per cada escaló segons nombre d'etapes amb els valors de  $\tau$  inicialment calculats per diferents  $S/C$  i  $\Psi$ .

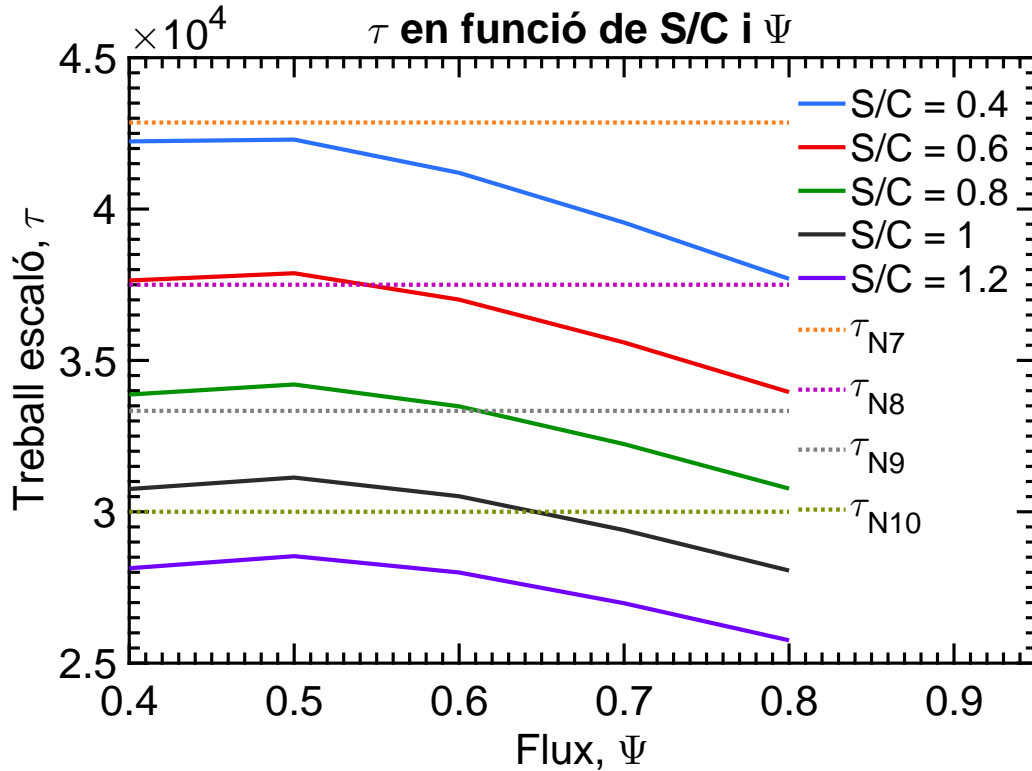


Figura 3: Valors de  $\tau$  en funció de  $S/C$  i  $\Psi$ .

Es busca l'intersecció dels treballs específics calculats per a cada etapa amb els treballs d'escaló calculats per per diferents valors de  $S/C$  i  $\Psi$ .

El resultat, permet veure quin paràmetre  $S/C$  es el millor per a cada punt d'intersecció, però per saber el flux ( $\Psi$ ) caldrà interpolat entre els dos punts més propers a l'intersecció.

S'han interpolat els valors del flux ( $\Psi$ ) linealment a partir de dos punts d'informació propers a l'intersecció,  $(x_a, y_a)$  i  $(x_b, y_b)$ , per obtenir un tercer punt interpolat  $(x, y)$  segons,

$$y = y_a + (x - x_a) \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)} \quad (1)$$

per aquest cas particular,

$$\Psi_N = \Psi_a + (\tau_N - \tau_a) \frac{(\Psi_b - \Psi_a)}{(\tau_b - \tau_a)} \quad (2)$$

Aquesta aproximació lineal, és vàlida ja que es treballa en un interval petit entre les dues dades conegudes. Finalment, els resultats obtinguts apareixen agrupats a la Taula 2.

N	$S/C$	$\Psi$
7	–	–
8	0.6	0.5437
9	0.8	0.6121
10	1	0.6455

Taula 2: Paràmetres escollits inicialment

### 3.1 Selecció del cas amb major rendiment

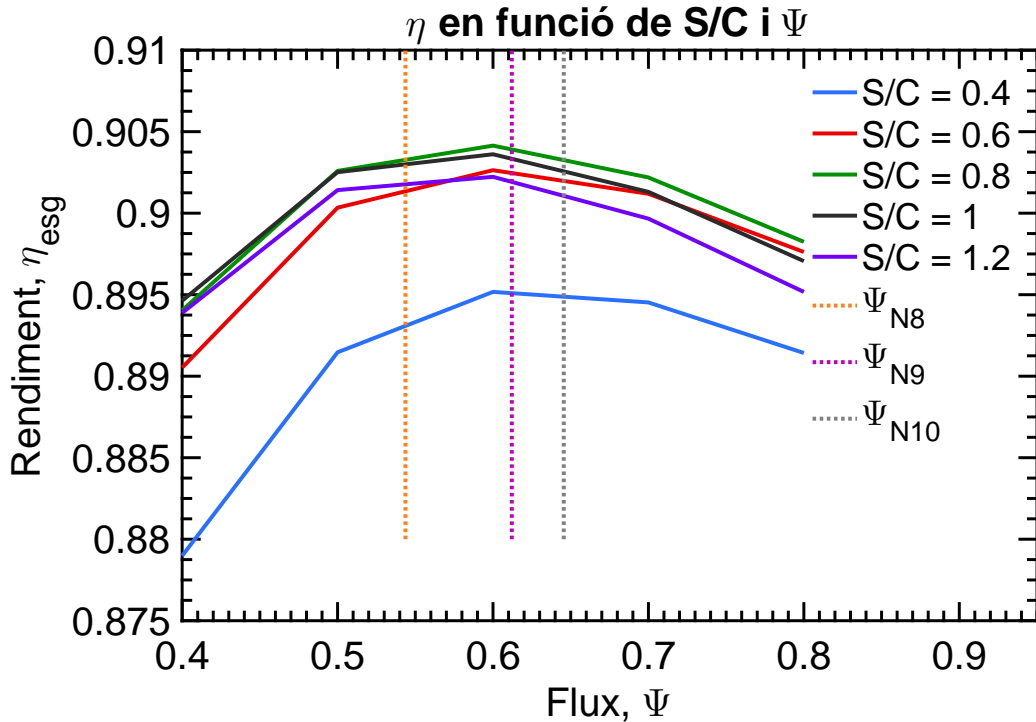


Figura 4: Valors de  $\eta$  en funció de  $S/C$  i  $\Psi$ .

Un cop se saben els paràmetres  $S/C$  i  $\Psi$ , per trobar els rendiments associats, se superposen els valors de  $\eta$  en funció de  $S/C$  i  $\Psi$  calculats amb anterioritat amb els valors de  $\Psi$  de la Taula 2. Aquest procés està il·lustrat a la Figura 4.

A l'igual que el primer cas, ara s'interpola el valor de  $\eta$  entre els dos punts més pròxims a l'intersecció. Obtenint-se els resultats de la Taula 3

N	$S/C$	$\Psi$	$\eta_{esc}$
7	—	—	—
8	0.6	0.5437	0.9013
9	0.8	0.6121	0.9039
10	1	0.6455	0.9026

Taula 3: Paràmetres escollits inicialment, més  $\eta_{esc}$

La primera impressió, es de que el compressor de 9 etapes, té el millor rendiment. Tot i això, és necessari calcular el rendiment total del compressor per veure si és realment així, ja que tots els rendiments tenen valors molt similars entre si.

A partir de l'equació 3 es pot calcular el rendiment total del compressor. Per fer-ho, com en els anteriors casos, es necessari interpolar els valors de  $C_D$  i  $C_{Li}$ , seguint el mateix principi.

$$\eta_{23} = 1 - N \frac{C_D}{C_{Li}} \left( 2\Psi + \frac{1}{2\Psi} \right) \quad (3)$$

N	$S/C$	$\Psi$	$\eta_{23}$
7	—	—	—
8	0.6	0.5437	0.2142
9	0.8	0.6121	0.1360
10	1	0.6455	0.0278

Taula 4: Paràmetres escollits inicialment, més  $\eta_{23}$

Els resultats obtinguts són molt interessants, ja que mostren que el compressor més eficient és el de 8 etapes, per tant, els parèmtres escollits són:

N	$S/C$	$\Psi$
8	0.6	0.5437

Taula 5: Paràmetres escollits

- 4 Opcional 1. Càlcul de  $S$  i  $N$  (número d'àleps al primer graó)
- 5 Opcional 2. Càlcul de la longitud total del compressor



## Referències