

IL DROOP NOSE

Supervisore:

Dr.Prof.Carlo De Nicola

Studente :

Giovanni Cilio

OUTLINE:

- 1) Introduzione del dispositivo *Droop nose*
- 2) Alcuni esempi di velivoli che adottano il *Droop nose*
- 3) Applicazione del dispositivo *Droop nose* in *Xfoil*
- 4) Aerodinamica del profilo alare PSU-90-125WL con dispositivo *Droop nose*

INTRODUZIONE

In questo elaborato verrà spiegata una procedura per l'inserimento, tramite il software *Xfoil*, di un *Droop Nose* ad un qualsiasi profilo alare e si analizzerà l'effetto di questa applicazione in termini di prestazioni sul profilo alare PSU-90-125WL. Il *Droop Nose* fa parte di una categoria di dispositivi noti con il nome di *high-lift device*, ovvero dispositivi di alta portanza. Il *Droop Nose* è simile agli *slats* di bordo d'attacco, ma con la differenza che l'intera sezione del bordo d'attacco dell'ala è ruotata verso il basso tramite un sistema di cerniere ed un meccanismo attuatore, mentre gli *slats* sono delle superfici aerodinamiche a comando mobile montate sul bordo d'attacco dell'ala .

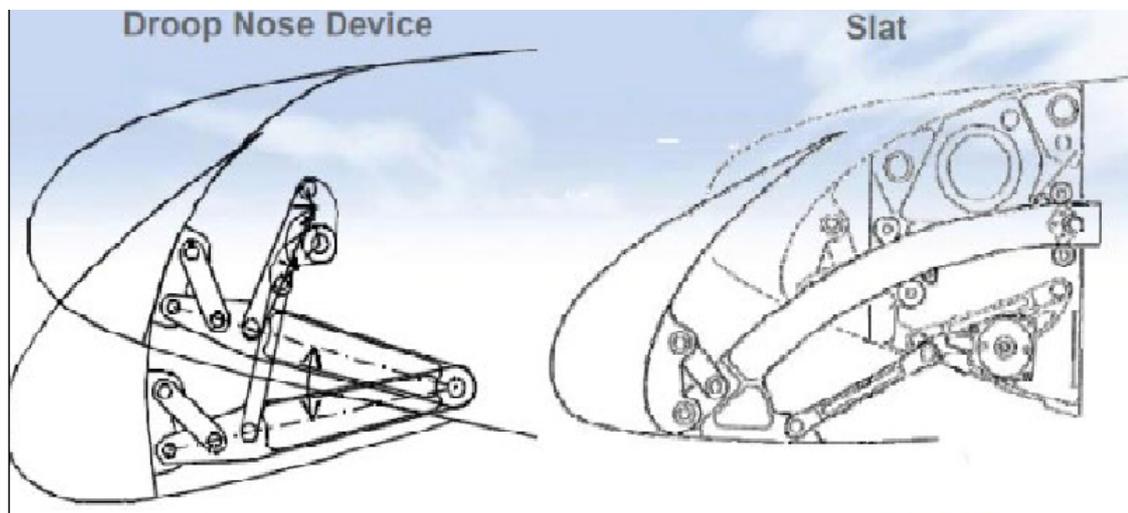


Figura 1. *Droop nose e Slat sul bordo d'attacco di un'ala. Dalla figura si vedono le differenze dei sistemi di attuazione dei due dispositivi di alta portanza.*

Un dato profilo alare all'aumentare dell'incidenza presenta un aumento del coefficiente di portanza fino a quando, per effetto del distacco dello strato limite, al crescere dell'angolo d'incidenza, il coefficiente di portanza inizia a diminuire. Quando lo *slat* si estende in avanti, grazie allo scorrimento di un apposita rotaia che lo guida, si ha un allungamento del profilo alare, un effetto di curvatura del profilo e la formazione di una fessura attraverso la quale passa un flusso aerodinamico ad alta velocità, che energizza lo strato limite. In questo modo il punto di distacco si sposta verso il bordo d'uscita e si ottiene un aumento del coefficiente di portanza anche per incidenze

maggiori. Il *Droop nose* è caratterizzato dagli stessi benefici dello slat ma offre un peso ed ingombro minori.

ALCUNI ESEMPI DI VELIVOLI CHE ADOTTANO IL *DROOP NOSE*

I dispositivi *Droop nose* sono stati adottati nei sistemi di alta portanza del velivolo *Airbus A380* per la ridurre la resistenza ,il rumore e la corsa al decollo.



Figure 2,3. Volo dimostrativo del MSN001(*Manufacturer's Serial Number 001*) al [Salone di Le Bourget](#) nel 2007.Ingrandimento dell'A380 in prossimità del bordo d'attacco dell'ala al fine di visualizzare la deflessione del *Droop nose* in fase di decollo.







Figure 4,5,6,7,8. Fase di decollo di un Airbus A380. Lo scopo delle immagini è quello di mostrare che l'A380 deflette il *Droop nose* a partire dalla fase di decollo fino all'inizio della crociera.



Figura 9. *Droop nose* progettato e prodotto da Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability LBF in Darmstadt in occasione del programma *Clean Sky - Green Regional Aircraft del 2015*.

Gli effetti prodotti dal *Droop nose* della figura 9. sono i seguenti :

-Non sono presenti *gaps tra il Droop nose* ed il profilo alare perché lo skin alare si deforma con il *Droop nose*. Questa è una caratteristica molto importante per ali laminari che possono essere realizzate solo con superfici lisce.

-Riduzione del rumore durante la fase di atterraggio, grazie all'assenza di *gaps*.

-La deformazione del leading edge supporta la protezione da formazione di ghiaccio sul profilo.

Altri velivoli che utilizzato il *Droop nose* sono :

- [Airbus A380](#)
- [Airbus A350](#)
- [Dassault Falcon 20](#)
- [Hawker Siddeley Trident](#)
- [Mikoyan-Gurevich MiG-23](#)
- [Northrop F-5](#)

PROCEDURA PER L'APPLICAZIONE DI UN DROOP NOSE AD UN PROFILO ALARE TRAMITE IL SOFTWARE XFOIL

Di seguito sono riportati gli *steps* da seguire per l'applicazione di un dispositivo *Droop nose* al profilo PSU-90-125WL tramite il software *Xfoil*.

- Aprire il software *Xfoil* .
- Usare il comando *load* per il caricamento del profilo alare.

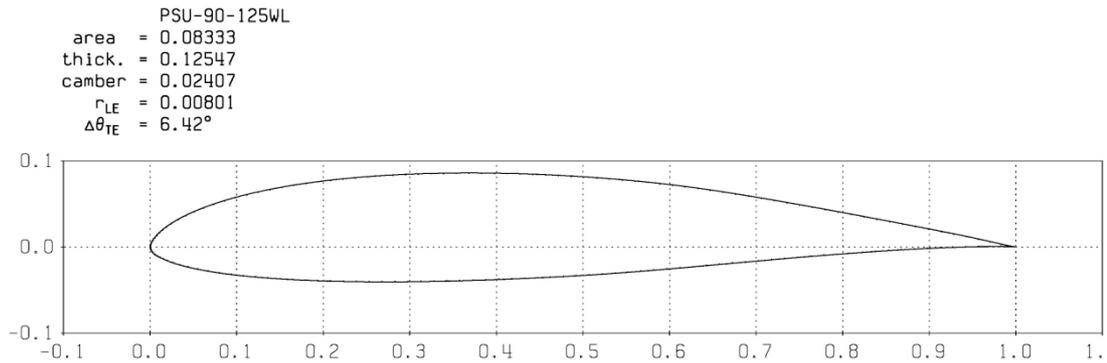


Figura 10. Disegno del profilo PSU-90-125WL ottenuto con il software *Xfoil*.

- Usare il comando *GDES* per la modifica della geometria del profilo caricato.
- Usare il comando *ADEG* che permette una rotazione del profilo in gradi, intorno al punto di coordinate(0,0) che nel software *Xfoil* corrisponde al bordo d'attacco del profilo.
- Inserire l'angolo, che deve essere negativo ed espresso in gradi di cui si ha intenzione di ruotare il *Droop nose*. Il software mostrerà una rotazione in senso antiorario del profilo intorno al bordo d'attacco. Nel caso in esame è stato inserito un angolo di -25° .

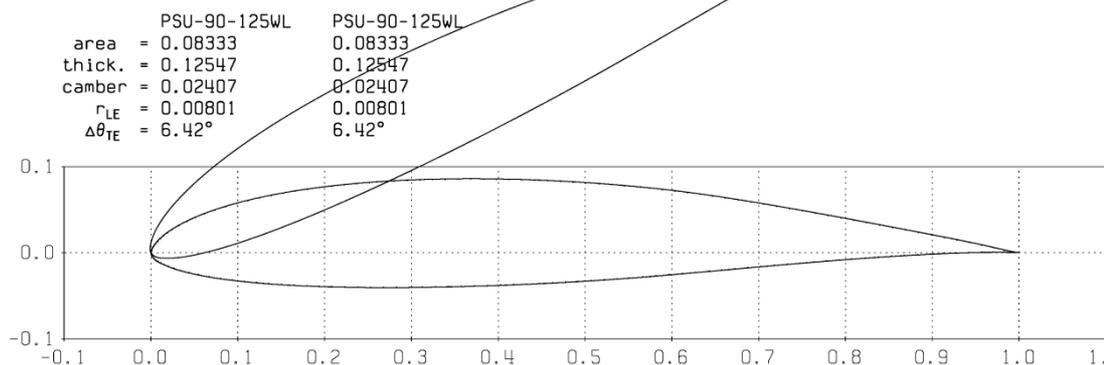


Figura 11. Disegno del profilo PSU-90-125WL ruotato di 25° in senso antiorario ottenuto con il software *Xfoil*.

- Usare il comando *flap* che nel caso in esame servirà a ruotare il profilo di un angolo pari in modulo al valore dell'angolo di cui è stato ruotato il profilo al passo precedente ma in senso orario. Nel caso in esame è stato inserito un angolo di 25° .
- Inserire il punto di coordinate in prossimità del quale si vuole applicare il *Droop nose*. Per il profilo PSU-90-125WL si è scelto il punto di coordinate $\frac{x}{c}=0.15$ e $\frac{y}{c}=0.066$ in modo tale che il *Droop nose* abbia una corda pari al $\frac{1}{15}$ della corda alare.

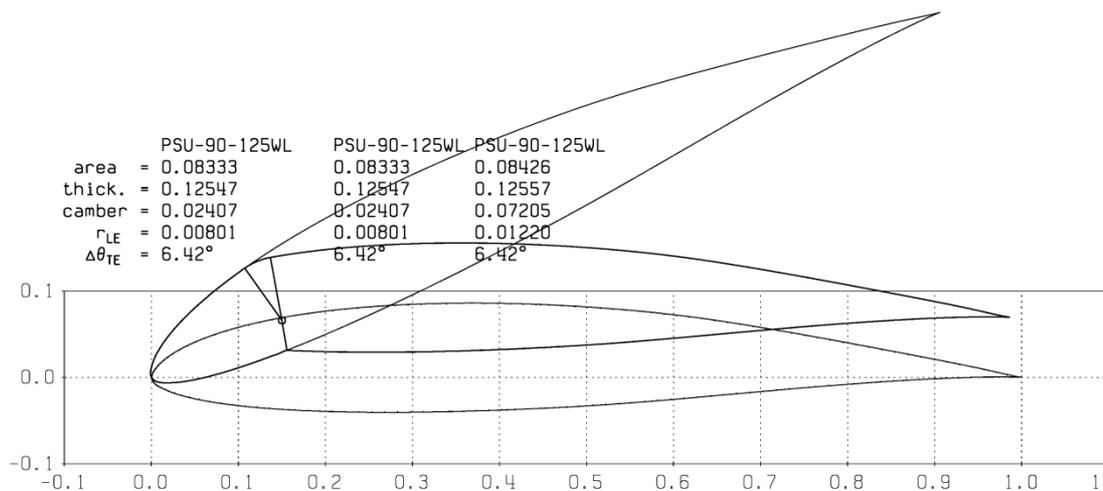


Figura 12. Disegno del profilo PSU-90-125WL ruotato di 25° in senso orario intorno al punto (0.15,0.066) ottenuto con il software *Xfoil*.

- Usare i comandi : EXEC e PPAR per visualizzare il profilo alare con il *Droop nose*.

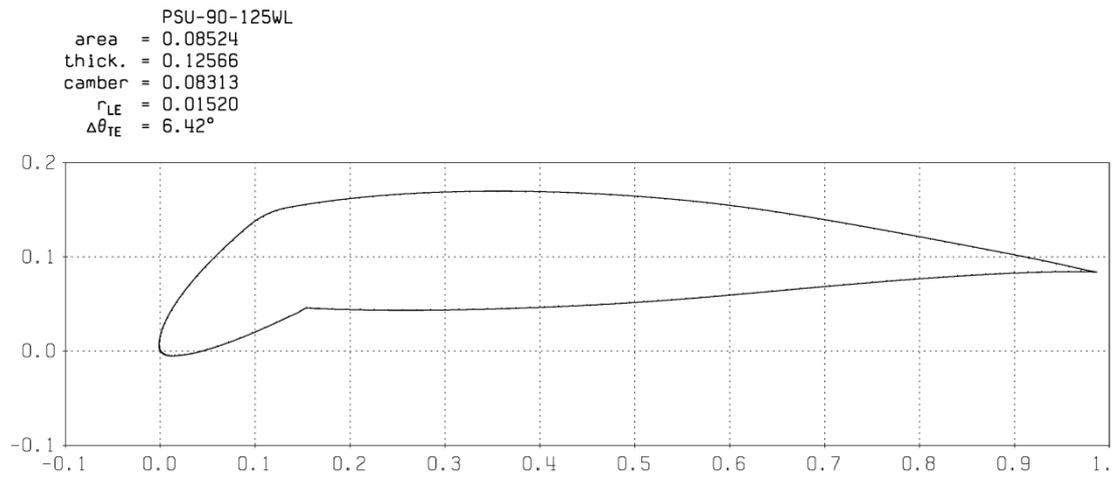


Figura 13. Disegno del profilo PSU-90-125WL con *Droop nose* ottenuto con il software *Xfoil*.

Aerodinamica del profilo alare PSU-90-125WL con *Droop nose*

Effetti del *Droop Nose* :

- Riduzione del picco di espansione sul bordo di attacco del profilo e quindi riduzione del livello della

compressione che segue il picco di espansione con conseguente allontanamento del pericolo della separazione. Questo vuole dire che l'angolo di stallo aumenta.

- Aumento della curvatura del profilo che comporta un aumento del C_{lmax} a cui consegue una diminuzione della velocità di stallo

Tramite l'utilizzo del software Xfoil, si è analizzato l'effetto del *Droop nose* deflesso di un angolo $\delta_i=25^\circ$ sul profilo alare PSU-90-125WL. Le simulazioni saranno condotte per un numero di Reynolds $\Re=10^7$. Dall'analisi dei risultati ottenuti tramite il software *Xfoil*, dalla figura 15 e dalla tabella 1, si evince come la presenza del *Droop nose* contribuisca ad un incremento $\Delta C_{lmax}=0.14$ ed a un incremento $\Delta \alpha_{st}=2.7$ rispetto alla configurazione *Clean* del profilo PSU-90-125WL.

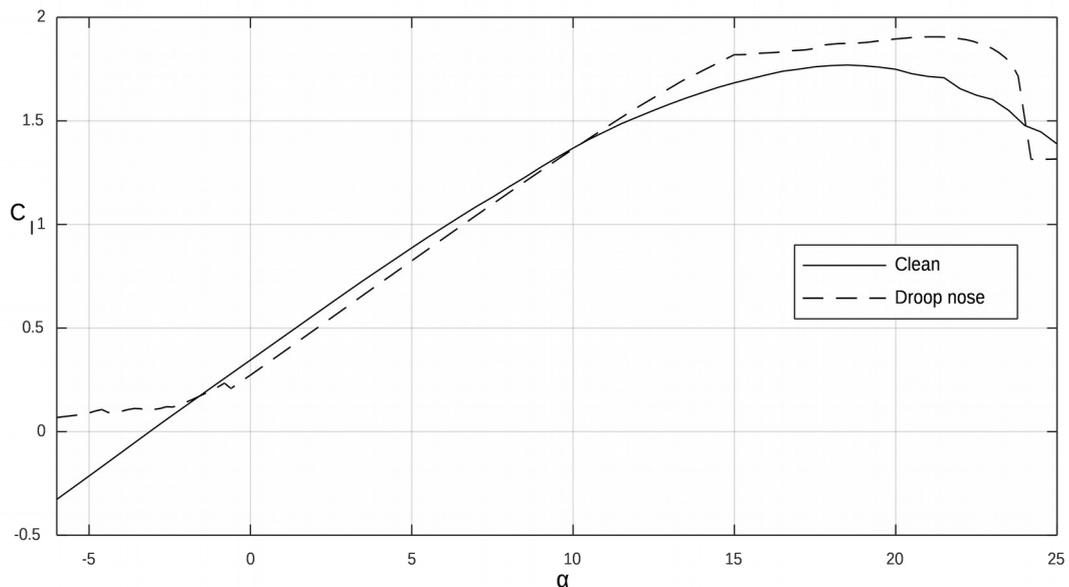


Figura 14. Confronto del C_l in funzione dell'incidenza del profilo PSU-90-125WL per una configurazione *Clean* e con *Droop nose* avente una deflessione $\delta_i=25^\circ$. Prova condotta per $\Re=10^7$ tramite software *Xfoil*.

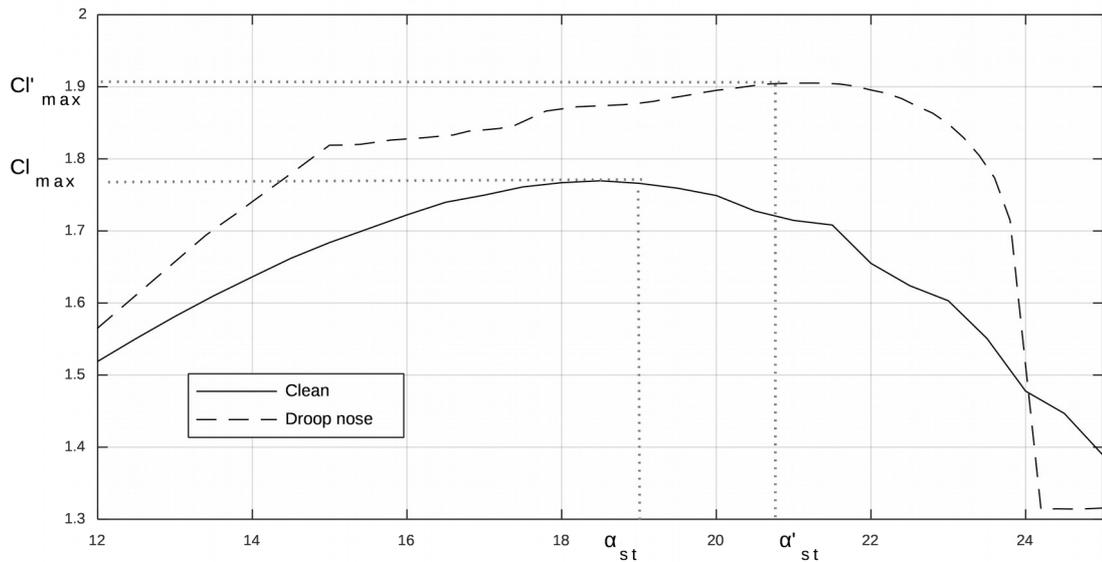


Figura 15. Ingrandimento della figura 1.5 al fine di vedere meglio la differenze in termini di Coefficiente di portanza massimo e angolo di stallo delle due configurazioni del profilo PSU-90-125WL .

	C_{lmax}	α_{st}
<i>Clean</i>	1.76	18.5
<i>Droop nose</i>	1.90	21.2

Tabella 1. Valori del coefficiente di portanza massima e dell'angolo di stallo del profilo PSU-90-125WL in configurazione *Clean* e con *Droop nose* .I valori sono stati ricavati tramite il software *Xfoil* per un numero di Reynolds $\Re = 10^7$.

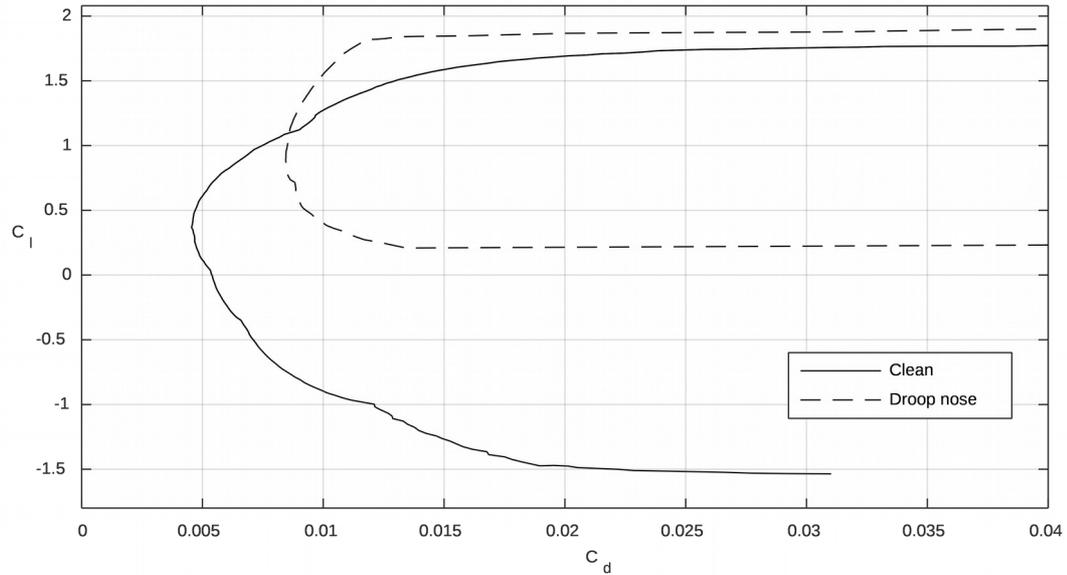


Figura 15. Polare del profilo PSU-90-125WL per una configurazione *Clean* e con *Droop nose* avente una deflessione $\delta_i = 25^\circ$. Prova condotta per $\Re = 10^7$ tramite software *Xfoil*. La figura, in riferimento al *Droop nose*, mostra una diminuzione di resistenza in corrispondenza di coefficienti di portanza elevati (decollo ed atterraggio) ed un aumento della resistenza in corrispondenza di coefficienti di portanza bassi (crociera).