**02 Analisi del Problema**

**2.1 Dati in Ingresso del Problema**

Il calcolo dell’equazione di moto di fugoide senza frizione richiede come dati in ingresso:

* un numero reale rappresentante la lunghezza del passo temporale.
* …

Il calcolo dell’equazione di moto di fugoide con frizione richiede come dati in ingresso:

* un numero reale rappresentante la lunghezza del passo temporale.
* …

Il calcolo dell’equazione di convezione a una dimensione richiede come dati in ingresso:

* un numero intero rappresentante il numero di punti della griglia spaziale.
* un numero reale rappresentante la lunghezza del passo temporale.
* …

Il calcolo dell’equazione di Burgers a una dimensione richiede come dati in ingresso:

* ­ un numero intero rappresentante il numero di punti della griglia spaziale.
* …

**2.2 Dati in Uscita del Problema**

* Il calcolo dell’equazione di moto di fugoide senza frizione produce come unico dato in uscita una lista di numeri reali rappresentante la traiettoria dell’areomobile.
* Il calcolo dell’equazione di moto di fugoide con frizione produce come unico dato in uscita una lista di numeri reali rappresentanti la traiettoria dell’areomobile.
* Il calcolo dell’equazione di convezione a una dimensione produce come unico dato in uscita una lista di numeri reali rappresentante i valori finali della funzione d’*onda quadra*.
* Il calcolo dell’equazione di Burgers a una dimensione produce come unico dato in uscita una lista di numeri reali rappresentante i valori finali della funzione a *dente di sega*.

**2.3 Relazioni Intercorrenti tra i Dati del Problema**

**2.3.1 Moto di Fugoide senza Frizione**

L’equazione per il moto di fugoide senza frizione è un’equazione differenziale ordinaria del secondo ordine: [*equazione\_diff\_02\_02\_prima*](image/02_analisi/02_02_Phugoid_Oscillation/equazione_diff_02_02_prima.jpg)

Possiamo trasformare questa equazione del secondo ordine in un sistema di equazioni del primo ordine: [*equazione\_diff\_02\_02\_seconda*](image/02_analisi/02_02_Phugoid_Oscillation/equazione_diff_02_02_seconda.jpg)

Un altro modo di considerare un sistema di due equazioni ordinarie del primo ordine è scrivere il sistema differenziale come un’unica equazione vettoriale: [*equazione\_diff\_02\_02\_terza*](image/02_analisi/02_02_Phugoid_Oscillation/equazione_diff_02_02_terza.jpg)

La soluzione approssimativa al tempo *tn* è *un* e la soluzione numerica dell’equazione differenziale consiste nel calcolare una sequenza di soluzioni con la seguente formula, basata sull’equazione: [*soluzione\_numerica\_prima\_02\_02*](image/02_analisi/02_02_Phugoid_Oscillation/soluzione_numerica_prima_02_02.jpg)

Questa formula è chiamata metodo di Eulero. Per le equazioni di moto di fugoide, il metodo di Eulero fornisce il seguente algoritmo: [*soluzione\_numerica\_seconda\_02\_02*](image/02_analisi/02_02_Phugoid_Oscillation/soluzione_numerica_seconda_02_02.jpg)

La costante di integrazione scelta è il valore della derivata al tempo *t = 0* (condizione iniziale): [*condizioni\_iniziali\_02\_02*](image/02_analisi/02_02_Phugoid_Oscillation/condizioni_iniziali_02_02.jpg)

**2.3.2 Moto di Fugoide con Frizione**

L’equazione per il moto di fugoide con frizione è un sistema di equazioni differenziali ordinarie del primo ordine: [*sistema\_equaz\_diff\_02\_03\_prima*](image/02_analisi/02_03_PhugoidFullModel/sistema_equaz_diff_02_03_prima.jpg).

Per visualizzare le traiettorie di volo previste da questo modello, che dipendono sia dalla velocità di avanzamento *v* sia dall’angolo della traiettoria *theta*. La posizione dell’aliante su un piano verticale sarà determinata dalle coordinate (*x*,*y*): [*sistema\_equaz\_diff\_02\_03\_seconda*](image/02_analisi/02_03_PhugoidFullModel/sistema_equaz_diff_02_03_seconda.jpg)

L’intero sistema di equazioni discretizzate con il metodo di Eulero è: [*soluzione\_numerica\_02\_03\_prima*](image/02_analisi/02_03_PhugoidFullModel/soluzione_numerica_02_03_prima.jpg) Scritto in forma vettoriale risulta: [*soluzione\_numerica\_02\_03\_seconda*](image/02_analisi/02_03_PhugoidFullModel/soluzione_numerica_02_03_seconda.jpg)

Le condizioni iniziali sono rappresentate dalle costanti di integrazione definite dal valore della derivata al tempo *t = 0* : [*condizioni\_iniziali\_02\_03*](image/02_analisi/02_03_PhugoidFullModel/condizioni_iniziali_02_03.jpg)

**2.3.3 Equazione di Convezione ad Una Dimensione**

L’equazione di convezione lineare unidimensionale è un’equazione differenziale alle derivate parziali: [*equazione\_diff\_03\_01*](image/02_analisi/03_01_1DConvection/equazione_diff_03_01.jpg)

Per la soluzione numerica di *u(x,t)* si sono utilizzati i pedici per denotare la posizione spaziale, come *ui*, e gli apici per denotare l’istante temporale, come *un* : [*griglia\_spazio\_temporale\_02\_03*](image/02_analisi/03_01_1DConvection/griglia_spazio_temporale_02_03.jpg)

L’equazione per fornire la soluzione numerica del problema è data da: [*soluzione\_numerica\_03\_01*](image/02_analisi/03_01_1DConvection/soluzione_numerica_03_01.jpg)

Le condizioni iniziali per una funzione d’*onda quadra* sono definite così: [*condizioni\_iniziali\_03\_01*](image/02_analisi/03_01_1DConvection/condizioni_iniziali_03_01.jpg) , dove il dominio della soluzione numerica è definito in 𝑥 ∈(0,2).

Le condizioni al contorno su *x* sono:  sia 𝑢=1 quando 𝑥=0.

**2.3.4 Equazione di Burgers ad Una Dimensione**

L’equazione di Burgers unidimensionale è un’equazione differenziale alle derivate parziali: [*equazione\_diff\_03\_04*](image/02_analisi/03_04_1DBurgers/equazione_diff_03_04.jpg)

L’equazione per fornire la soluzione numerica del problema è data da: [*soluzione\_numerica\_03\_04*](image/02_analisi/03_04_1DBurgers/soluzione_numerica_03_04.jpg),

dove *u*: [*condizioni\_iniziali\_complete\_funzione\_u\_03\_04*](image/02_analisi/03_04_1DBurgers/condizioni_iniziali_complete_funzione_u_03_04.jpg) e le condizioni iniziali sono definite con *u(x, 0)*.

Le condizioni al contorno sono: [*condizioni\_contorno\_seconda\_03\_04*](image/02_analisi/03_04_1DBurgers/condizioni_contorno_seconda_03_04.jpg)