1. # INTRODUZIONE ALLA PROGETTAZIONE DI VEICOLI ED UNO SPAZIALE

30.09.2024

Molte missioni a parte di esse hanno fallito a causa di problemi meccanici, rottura dei materiali, oppure durante fasi critiche come quelle di lancio.

Fu generale

> IL FALLIMENTO È DOVUTO AD UN CONTROLLO QUALITÀ O TEST INADEGUATI

Inoltre, un altro grande problema è collegato ai meccanismi di dispiegamento possono
- incepparsi (jam)
- bloccarsi (become stuck)

a causa di una impropria scelta dei materiali di cui è stato fatto

Altrimenti, molto importante è la

> MANCANZA DI CONTROLLO DI CONFIGURAZIONE

oppure presenza di piccole deformazioni possono venir causate da surriscaldamento locale o sforzi meccanici

Giudichiamo con

> **SVILUPPO (DEVELOPMENT)**
>
> IL PROCESSO CHE INIZIA CON IL DEFINIRE I REQUISITI E TERMINA CON LA PRODUZIONE DI UN PRODOTTO ADEGUATO AL LANCIO ED ALL'OPERAZIONE
>
> DESIGN → PRODUZIONE → TEST

Una missione spaziale tipicamente richiede una grande schiera di strutture ed indichiamo con

> STRUTTURE SUPPORTANO CIASCUNA FORTE FISICO DI UNA NAVETTA SPAZIALE

quindi un pratico devono supportare i..

I CARICHI STRUTTURALI

CONSISTONO IN FORZE (N) E MOMENTI (N·m)
TORCENTI / FLETTENTI

tra questi quelli esterni sono quelli che agiscono sulla struttura, mentre quelli interni sono scambiati tra i vari membri della struttura causati dai carichi esterni (ad esempio taglio, momento flettente, momento torcente, ecc)

master COPY

Oltre alle strutture meccaniche, dobbiamo anche occuparci delle strutture elettriche, dal momento che:

URTI E VIBRAZIONI POSSONO DISTRUGGERE CHIP ELETTRONICI E CIRCUITERIA

e queste rotture hanno la stessa importanza delle rotture di grandi elementi e un poco spesso le rotture avvengono nello stesso modo rispetto a quelle di grandi strutture

L'analisi dettagliata strutturale è comune per piccole parti e grandi componenti, tuttavia:

AD UN CERTO PUNTO LA STRUTTURA DIVENTA TROPPO PICCOLA PER PREDIRRE E STABILIRE IN MODO CONFIDENTE I CARICHI STRUTTURALI

⇒ SI USANO TEST PER DIMOSTRARNE L'ADEGUATEZZA

master COPY COPISTERIA

dal momento che è molto difficile portare alcuni delle simulazioni

master COPY

Ai contrario

PIÙ GRANDE È UNA STRUTTURA, PIÙ È POSSIBILE AFFIDARSI ALLE ANALISI AL COMPUTER

dal momento che da una parte le validazioni di prodotto sono più facili da controllare per grandi strutture (più prevedibili), dall'altra non è facile testare grandi strutture, cioè simulare carico ed ambiente simultaneamente

Le strutture devono andare a:

- SUPPORTARE LE COMPONENTI CHIAVE IN UNA POSIZIONE DESIDERABILE
- PROTEGGERE LE COMPONENTI DA AMBIENTI DINAMICI MA ANCHE ESSERE ABBASTANZA LEGGERE PER IL VEICOLO LANCIATORE SELEZ.

In presenza di vibrazioni, queste non devono interferire con il sistema di controllo del veicolo di lancio, che deve essere in grado di distinguere tra le vibrazioni caratteristiche dell'allineamento di un propulsore del vettore e le vibrazioni del carico, ovvero:

> PER UN BUON PROGETTO LA FREQUENZA NATURALE DEL CARICO DEVE ESSERE BEN SEPARATO DA QUELLO DEL PROPULSORE

e questo vale anche per tutti gli strumenti e la struttura del veicolo stesso, dove il sistema di controllo deve essere in grado di distinguere tra le varie vibrazioni.

TIPICI REQUISITI STRUTTURALI PER STRUTTURE

(1) resistenza	(6) smorzamento
(2) vita strutturale	(7) proprietà inerziali
(3) risposta strutturale	(8) sviluppo dinamico (vedere carico sotto vibr oppure carichi)
(4) frequenza naturale	(9) stabilità di posizione
(5) rigidezza (problemi autovalori ed autovettori)	(10) interfacce meccaniche

osservazione: di frequenze naturali in pratica per una struttura ne esistono un numero finito, tuttavia solo un paio, anche se molto elevato

osservazione quando progettiamo le strutture possiamo seguire due criteri, due sono quello di rigidezza oppure quello di forza (resistenza). Se siamo in campo tra sugli spostamenti ammissibili, mentre se secondo si concentra solo sul materiale

In ogni caso dobbiamo conoscere la distribuzione della massa e la forma modale in modo da poter valutare la frequenza naturale ed i modi di vibrazione

1.10.2020

essenziale: lo sviluppo dinamico dipende dalla massa e dalla sua distribuzione, oltre che dalla distribuzione modale

CATEGORIE DI STRUTTURE

Classificazione: la divisione delle strutture viene fatta in questo modo

studiato per supporto dinamico durante lancio e trans

per carichi durante le operazioni di missione

caricato da vibrazioni ad alta frequenza

- **PRIMARIA** RAPPRESENTA IL PRINCIPALE PERCORSO TRA LE COMPONENTI DEL VEICOLO E DEL LANCIATORE "BOOM"
- **SECONDARIO** INCLUDE TRAVI DI SUPPORTO, TRAVI, TRUSSES E PANNELLI SOLARI
- **TERZIARIO** SI RIFERISCE ALLE STRUTTURE PIÙ PICCOLE, COME LE SCATOLE CHE CONTENGONO ELETTRONICA ED I SUPPORTI PER I CAVI ELETTRICI

anche se payload ha pure della struttura e subisce torsione normale (accelerazione lineare) e laterale (rotazione del veicolo)

Ciascuna categoria di veicolo spaziale ha dei requisiti peculiari, così come lo sono i metodi di verifica (per II e III vogliamo rigidezza e stabilità di forza)

COSTO PER I PROGRAMMI SPAZIALI

→ aumenta se siamo in una missione con uomini a bordo

Il costo è un vincolo molto importante per i programmi spaziali, ma tutti i progetti e prodotti devono necessariamente essere

sopratutto per i programmi aeronautici si parte dai dati storici della compagnia

- **PRODUCIBILI** possibilità di poter realizzare un progetto usando materiali pronti a prezzi convenienti, con un processo dato e semplice, con una appropriata disponibile
- **TESTABILI** possibilità di testare e di muoversi a terra senza equipaggiamenti e procedure complessi e accurati per il successo missione
- **MANUTENIBILI** possibilità di accedere, rimuovere e sostituire se compatibile alla necessità (a terra, talvolta nello spazio)

I meccanismi devono anche essere OPERABILI devono poter essere controllati da una semplice elettronica e da sottrarre

ANALISI USATE PER LO SVILUPPO DI STRUTTURE/MECCANISMI

(1) DINAMICA E CARICHI	(6) PROPRIETÀ INERZIALI
(2) SFORZO	(7) VITA DEI MECCANISMI
(3) RIGIDEZZA	(8) INVILUPPO DINAMICO
(4) CARICHI TERMICI	(9) PROBABILITÀ E STATISTICHE
(5) TERMO-ELASTICA	(10) GUASTO

master COPY

osservazione: va sempre impiegata la soluzione più semplice possibile, ma in ogni caso vanno spesi dei fondi adeguati, in modo che il problema ne risenta una volta per tutte e non si ripresenti in seguito

PROCESSO DI SVILUPPO

Quando andiamo a progettare una missione si deve partire dal cercare una soluzione in forma chiusa, poi passare alla sperimentazione

Una parte dello sviluppo del progetto è quella dei test, per i quali si vanno a fare delle volte di progetto piuttosto che delle altre.

master COPY COPISTERIA

Avviamente lo stato ideale dei test sarebbe quello di avere una struttura con assenza di guasti, ma dobbiamo sviluppare delle strutture che siano robuste, vuoto che appartiene dei guasti

Nel campo aerospaziale, a differenza di quello civile, esistono un numero limitato di codici e standard da adottare, quindi è quanto più importante provare a trovare soluzioni creative al fine di ridurre più possibile il costo della struttura

master COPY

Molto spesso, i requisiti per la struttura vengono elaborati solo in modo preliminare all'inizio del progetto di sviluppo

Una volta che il progetto viene definito più in dettaglio (anche se avviamente non nella sua forma finale) possiamo tornare indietro e andare a definire i requisiti in modo più specifico

Lo sviluppo di processi di verifica è tanto importante in questo ambiente quanto lo è il progetto della struttura stessa