

## COMANDI DI VOLO

### GENERALITA'

GLI AEROMOBILI, PER ADEMPIERE ALLA LORO MISSIONE, DEBONO POTER OPERARE IN VARIE CONDIZIONI DI TIPO:

- OPERATIVE... (DECOLLO, SALITA, CROCERA, CAMBI DI ROTTA E DI LIVELLO, DISCESA, ATTERRAGGIO, ECC)
- CONDIZIONI DI BASSA ED ALTA VELOCITA': AD ESEMPIO VELIVOLO A CARICO MASSIMO A BASSA VELOCITA' E POI ALTA VELOCITA', ATTERRAGGIO A CARICO MINIMO O MASSIMO, ECC.
- VARIAZIONI DI CARICO..... ( CONSUMO DI CARBURANTE, DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO PAGANTE, DIVERSE CONDIZIONI DI CENTRAGGIO, ECC).

I PILOTI DEVONO QUINDI POTER GESTIRE IL VELIVOLO NELLE VARIE FASI DELLA MISSIONE IN UNA GAMMA AMPIA DI SITUAZIONI E ANCHE IN CONDIZIONI D'EMERGENZA, SENZA METTERE A RISCHIO LA SICUREZZA DELLE PERSONE E DEL VELIVOLO STESSO .

IL CONTROLLO DEL VELIVOLO, SIA QUANDO ESEGUITO DAL PILOTA, SIA QUANDO ATTUATO DA DISPOSITIVI DI GESTIONE DEL VOLO TIPO AUTOPILOTA, AVVIENE ATTRAVERSO UNA SERIE DI SISPOSITI CHE NEL LORO INSIEME SONO CHIAMATI **COMANDI DI VOLO**.

IL VELIVOLO DEVE INOLTRE PRESENTARE **CARATERISTICHE DI STABILITA' E MANOVRABILITA'**, ED ANCHE QUESTI ASPETTI, IN CERTA MISURA, SONO GARANTITI DA ALCUNI DEI COMANDI DI VOLO.

IL COMPLESSO DI DISPOSITIVI COMPRESO NEI COMANDI DI VOLO E' OGGETTO DI TRATTAZIONE NEI CORSI D'AERODINAMICA ED IN QUELLI DI MACCANICA DEL VOLO, PERCIO' LA LEZIONE SI LIMITA A RICHIAMARE ALCUNI CONCETTI, PIUTTOSTO CHE TRATTARLI.

LA PRESENTE LEZIONE SI PROPONE INVECE D'AFFRONTARE IL TEMA DEI COMANDI DI VOLO SOTTO UNA DIVERSA PROSPETTIVA:

- DESCRIVERNE LE VARIE TIPOLOGIE UTILIZZATE NEI MODERNI VELIVOLI
- DESCRIVERE LE TECNICHE DI REALIZZAZIONE UTILIZZATE SOPRATTUTTO SU VELIVOLI CIVILI
- PRESENTARE LE MODALITA' DI GESTIONE OPERATIVA
- PROSPETTARE LE INTERDIPENDENZE CON ALTRI IMPIAMNTI VELIVOLO
- SIMULARE LE SITUAZIONI D'EMERGENZA POSSONO INFLUIRE SUI COMANDI DI VOLO
- EVIDENZIARE LE SOLUZIONI COSTRUTTIVE PER RIDURRE GLI EFFETTI DI CASI D'AVARIA

I COMANDI DI VOLO COMPRENDONO ANCHE ALCUNI SOTTOSISTEMI CHE PROVVEDONO ALLA STABILITA'DURANTE IL VOLO.

### **RICHIAMI SU STRUTTURA ED ASSI VELIVOLO**

LA STRUTTURA VELIVOLO E' STATA INDICATA DI MASSIMA NELLA LEZIONE INTRODUTTIVA, MA LA TRATTAZIONE DEI COMANDI DI VOLO RICHIEDE DI FARE QUALCHE PRECISAZIONE E RICHIAMO.

- L'ALA OLTRE A SVILUPPARE TUTTA LA PORTANZA ED A CONTENERE GRAN PARTE DEI SERBATOI CARBURANTE (SOLUZIONE ADOTTATA NEI VELIVOLI DI DIMENSIONI SIGNIFICATIVE) HA IL COMPITO DI ALLOGGIARE LE SUPERFICI DI COMANDO PRIMARIE E SECONDARIE, CHE SONO INSTALLATE SUL BORDO D'USCITA E QUELLO D'ENTRATA, COMPRESI TUTTI GLI ATTUATORI IDRAULICI O ELETTRICI DI COMANDO. TUTTE LE ARTICOLAZIONI ED I SISTEMI DI COMANDO ALETONI, FLAP, SLAT, SLOT, SPOILER, ECC SCARICANO IL LORO EFFETTO SULL'ALA.
- LO **STABILIZZATORE ORIZZONTALE**, OLTRE AL SUO RUOLO DI STABILIZZARE IL VELIVOLO PER COMPENSARE IL BRACCIO TRA PORTANZA E BARICENTRO, SOSTIENE LE CERNIERE DI ROTAZIONE DEGLI ELEVATORI.
- LA **DERIVA VERTICALE**, OLTRE AL SUO RUOLO DI STABILIZZAZIONE VERTICALE, SOSTIENE LE CERNIERE DEL TIMONE DI DIREZIONE.
- LA DERIVA VERTICALE, NEI CASI DI STABILIZZATORE ALTO (VEDI SCHEMA MD80) SOSTIENE ANCHE LE CERNIERE DELLO STABILIZZATORE ORIZZONTALE
- ALCUNI VELIVOLI DISPONGONO ANCHE DI SISTEMI DI STABILIZZAZIONE ANTERIORE (**CANARD**)
- ALCUNI VELIVOLI SONO A TRE SUPERFICI PORTANTI TIPO P180 PIAGGIO.

- *I SINGOLI COMANDI DI VOLO SONO SPESSO ARTICOLATI IN VARIE SEZIONI, ED A LORO VOLTA SOSTENGONO DEI SERVOCOMANDI SU LORO INSTALLATI.*

*IL VELIVOLO, RISPETTO ALLA SUA STRUTTURA, E' DOTATO SI SIMMETRIA TOTALE RISPETTO ALLA QUALE SONO TRADIZIONALMENTE INDIVIDUATI DEGLI ASSI DI RIFERIMENTO. IN PARTICOLARE:*

- *L'ASSE LONGITUDINALE LUNGO LA FUSOLIERA E' DETTO ASSE DI ROLLIO (**ROLL AXIS**)*
- *L'ASSE TRASVERSALE PARALLELO ALLE ALI E PASSANTE PER IL BARICENTRO PRENDE IL NOME DI ASSE DI BECCHEGGIO (**PITCH AXIS**).*
- *L'ASSE VERTICALE PASSANTE PER IL BARICENTRO PRENDE IL NOME DI ASSE DI IMBARDATA (**YAW AXIS**)*

*IL CONCETTO DI SINISTRA E DESTRA NEL VELIVOLO-PER CONVENZIONE- E' INTESO RISPETTO AL PILOTA SEDUTO AI COMANDI IN CABINA PILOTI.*

*IL VELIVOLO, MEDIANTE I COMANDI DI VOLO, RUOTA RISPETTO AL SUO BARICENTRO E SI HANNO DELLE ROTAZIONI INTORNO AGLI ASSI INDICATI.*

*I COMANDI DI VOLO HANNO IL COMPITO, MEDIANTE IL MOVIMENTO COORDINATO DI ALCUNE DELLE SUPERFICI DI COMANDO, DI REALIZZARE LE ROTAZIONI RICHIESTE DALL'EQUIPAGGIO DI CONDOTTA O DALL'AUTOPILOTA CON I TEMPI E LE MODALITA' COMPATIBILI CON LA STRUTTURA DEL VELIVOLO, LA SUA VELOCITA' E LE CONDIZIONI OPERATIVE IN CUI SI TROVA.*

#### ***RICHIAMI SU ALCUNI ANGOLI CARATTERISTICI***

*LA LEZIONE SUI COMANDI DI VOLO NECESITA IL RICHIAMO OLTRE AGLI ASSI ANCHE SU ALCUNI ANGOLI CHE SONO CONVENZIONALMENTE SIGNIFICATIVI.*

*ALCUNI SONO IMPORTANTI PER GLI ASPETTI COSTRUTTIVI, ALTRI PER IL MOTO DEL VELIVOLO RISPETTO ALL'ORIZZONTE O RISPETTO AL VENTO RELATIVO.*

*VEDIAMONE I FONDAMENTALI:*

- ***CALETTAMENTO DELL'ALA***

*L'ALA PER SVILUPPARE LA PORTANZA DEVE PRESENTARE UNA INCIDENZA POSITIVA RISPETTO ALLA DIREZIONE DEL VENTO.*

*L'ALA E' REALIZZATA DA UNA SERIE DI PROFILI VARIABILI DI FORMA E CALETTAMENTO RISPETTO ALLA PROPRIA RADICE DI ATTACCO.*

*SCEGLIENDO UN PUNTO COVENZIONALE LUNGO L'ALA SI HA CHE L'ANGOLO FORMATO DALLA CORDA DI QUESTO PROFILO E L'ASSE LONGITUDINALE DEL VELIVOLO PRENDE IL NOME DI ANGOLO DI CALETTAMENTO. SI TRATTA QUINDI DI UN ANGOLO COSTRUTTIVO.*

- ***ANGOLO DI ASSETTO***

*L'ASSE DI FUSOLIERA DURANTE IL VOLO, SE RIFERITO ALL'ORIZZONTE, FORMA UN ANGOLO CHIAMATO ANGOLO DI ASSETTO.*

- ***PENDENZA TRAIETTORIA***

*LA TRAIETTORIA DEL VELIVOLO E'IL LUOGO DEI PUNTI RELATIVO AL MOTO DEL BARICENTRO: IL VETTORE VELOCITA' DEL BARICENTRO FORMA CON L'ORIZZONTE UN ANGOLO DENOMINATO PENDENZA TRAIETTORIA.*

- ***INCIDENZA RELATIVA***

*L'ANGOLO FORMATO TRA LA DIREZIONE DEL VETTORE VELOCITA'E LA CORDA ALARE PRENDE IL NOME DI INCIDENZA RELATIVA.*

#### ***STABILITA' DEL VELIVOLO***

*LA STABILITA' PER UN VELIVOLO E' ALLA SUA INTRINSECA CAPACITA' DI MANTENERSI IN VOLO DIRITTO E LIVELLATO, ED ANCHE DI REAGIRE AD EVENTUALI PERTURBAZIONI SENZA RICHIEDERE L'INTERVENTO DEL PERSONALE DI CONDOTTA.*

LA STABILITÀ VIENE RIFERITA AGLI ASSI VELIVOLO E QUINDI SI HA:

- STABILITÀ LOGITUDINALE, VEDI IL RUOLO DELLO STABILIZZATORE DI CODA.
- STABILITÀ LATERALE, DOVUTA ALL'ALA.
- STABILITÀ DIREZIONALE, DI CUI LA DERIVA DI CODA È L'ELEMENTO BASE.

### **CLASSIFICAZIONE DEI COMANDI DI VOLO**

I COMANDI DI VOLO SONO IN GENERE RAGGRUPPATI IN UNA SERIE DI CATEGORIE:

- COMANDI DI VOLO PRIMARI
- COMANDI DI VOLO SECONDARI
- COMANDI DI VOLO AUSILIARI

I **COMANDI PRIMARI** SERVONO PER LE MANOVRE DEL VELIVOLO RISPETTO AI TRE ASSI DI RIFERIMENTO E RIGUARDANO:

- ALETTONI
- ELEVATORE
- TIMONE

I **COMANDI SECONDARI** SERVONO PER COMPENSARE DURANTE IL VOLO LE VARIAZIONI DI PESO E GLI EFFETTI DELLA VELOCITÀ.

NELLO SPECIFICO RIGUARDANO:

- ALETTE COMPENSATRISI
- SERVOALETTE
- STABILIZZATORE VARIABILE

I **COMANDI AUSILIARI** COMPREDONO DISPOSITIVI MEDIANTE I QUALI SI OTTENGONO FORTI AUMENTI DELLA PORTANZA (AL DECOLLO E ATTERRAGGIO) E/O FORTI AUMENTI DELLA RESISTENZA ALL'AVANZAMENTO QUANDO È RICHIESTA UNA RAPIDA RIDUZIONE DI VELOCITÀ, E SONO:

- IPERSOSTENTATORI (FLAP, SLAT, SLOT)
- AEROFRENI (SPEED BRAKES)
- DIRUTTORI (SPOILERS)

L'OBIETTIVO DI TALE CLASSIFICAZIONE È CHE LO STUDENTE ACQUISISCA PER I SINGOLI COMANDI DI VOLO LA **FUNZIONALITÀ** ATTESA, IL **FENOMENO FISICO** CON CUI REALIZZA LA FUNZIONALITÀ STESSA ED ABBA VISIONE DELLE **SOLUZIONI TECNICHE** REALIZZATIVE.

### **SISTEMI DI AZIONAMENTO COMANDI DI VOLO**

I COMANDI DI VOLO PRIMARI - **ALETTONI, EQUILIBRATORE, TIMONE DI DIREZIONE** - VENGONO AZIONATI DA UNA SERIE DI COMANDI POSTI IN CABINA PILOTI CHE SONO:

- LA **PEDALIERA** PER IL COMANDO DEL TIMONE DI DIREZIONE
- LA **BARRA** PER IL COMANDO DELL'EQUILIBRATORE (SPOSTAMENTI AVANTI E INDIETRO)
- IL **VOLANTINO** PER IL COMANDO ALETTONI (TRAMITE LA RORAZIONE DEL VOLANTINO)

NEI VELIVOLI IN GENERE I COMANDI SONO DOPPI E SONO TRA LORO INTERCONNESSI.

IL SISTEMA DI **TRASMISSIONE DEL COMANDO** DIPENDE MOLTO DALLA DIMENSIONE DEL VELIVOLO E COMPORTA SOLUZIONI TECNICHE PROGRESSIVAMENTE COMPLESSE E COSTOSE:

- PER I VELIVOLI DI PICCOLE DIMENSIONI I COMANDI SONO TRASMESSI, MEDIANTE CAVI-PULEGGIE-RINVII-LEVERAGGI, ECC DIRETTAMENTE ALLE SUPERFICI DI COMANDO.
- PER VELIVOLI DI UNA CERTA DIMENSIONE IN GENERE IL COMANDO NON È DIRETTO: I MOVIMENTI SONO REALIZZATI TRAMITE SISTEMI DI SUPPORTO, COME AD ESEMPIO SERVOALETTE, AL FINE DI CONTENERE GLI SFORZI DEL PILOTA
- PER VELIVOLI DI DIMENSIONI PIÙ GRANDI LA DISTANZA DI TRASMISSIONE, L'ENTITÀ DEGLI ATRITI, I CARICHI DA CONTRASTARE SULLE SUPERFICI NECESSITANO DI SERVOCOMANDI PIÙ POTENTI ED IN QUESTO CASO SONO USATI ANCHE ATTUATORI IDRAULICI O ELETTRICI.

LE SOLUZIONI INDICATE SONO RIFERITE AI COMANDI PRIMARI, MENTRE QUELLI AUSILIARI (FLAP, STABILIZZATORE, ECC) SONO IN GENERE AD ATTUAZIONE ELETTRICA O IDRAULICA ED IL COMANDO SI PRESENTA COME LEVA UNICA DI COMANDO E/O UN SISTEMA DI INTERRUTTORI.

NEL CASO DI SERVOCOMANDI IDRAULICI IL COMANDO RISPONDE ALLA LOGICA DI OGNI SERVOSISTEMA SIMILE A QUELLI UTILIZZATI DA ALTRI IMPIANTI VELIVOLO (COMANDO CARRELLI, AZIONAMENTO PORTELLONI, ECC): IL COMANDO GIUNGE AD UNA VALVOLA CHE ALIMENTA UN ATTUATORE CHE, A SUA VOLTA, METTE IN MOVIMENTO LA SUPERFICIE DI COMANDO, E CON UN ADEGUATO SISTEMA DI FEEDBACK SI RICERCA LA CONDIZIONE DI EQUILIBRIO MEDIANTE IL RITORNO A ZERO DELLA VALVOLA STESSA..

ALCUNE VOLTE, ANCHE SU VELIVOLI GRANDI IL MOVIMENTO DELLE SUPERFICCI AVVIENE CON SERVOALETTE LA CUI AZIONE E' BASATA SULLA AZIONE AERODINAMICA CHE GENERANO.

### **LOGICA DEI COMANDI DI VOLO**

LA NECESSITA' DI PERMETTERE AL PILOTA DI AVERE UNA **CORRELAZIONE** TRA MOVIMENTO DEL COMANDO E MOVIMENTO DELLE SUPERFICCI DI COMANDO SI PROCEDE COSTRUTIVAMENTE IN MODO CHE TRA I DUE MOVIMENTI SIANO:

- **ISTINTIVI:** L'AEROMOBILE SI MUOVE NELLO STESSO SENSO.
- **PROPORZIONALI:** IL MOVIMENTO DEL VELIVOLO SIA PROPORZIONALE ALLA ESCURSIONE DEL COMANDO.
- **SENSITIVI:** IL PILOTA ABBAIA UNA SENSAZIONE DI SFORZO IN FUNZIONE SIA DELLA AMPIEZZA DEL COMANDO CHE DELLA VELOCITA' DEL VELIVOLO.

### **COMANDI DI VOLO PRIMARI**

QUESTI COMANDI SONO DESTINATI ALLA ESECUZIONE DELLE MANOVRE E SONO DENOMINATI RISPETTIVAMENTE: **ALETONI, EQUILIBRATORE E TIMONE DI DIREZIONE.**

#### **• ALETONI**

GLI ALETONI SONO UN COMANDO PRIMARIO CHE PERMETTE IL CONTROLLO LATERALE DEL VELIVOLO (**ROLL**) ED IL MOVIMENTO INTORNO ALL'ASSE LONGITUDINALE.

GLI ALETONI SONO INSTALLATI SUL BORDO DI USCITA DELL'ALA IN PROSSIMITA' DELLA ESTREMITA'. NEI GRANDI VELIVOLI SI HA UN DOPPIO SISTEMA DI ALETONI: UN SECONDO SET VIENE POSIZIONATO ALL'INCIRCA A META' DEL BORDO DI USCITA ALARE AD ESEMPIO, TRA LE DUE SEZIONI DEI FLAPS, ANCHE ESSI REALIZZATI IN DUE SEZIONI DISTINTE.

TALE SOLUZIONE COSTRUTTIVA PIU' COMPLESSA NASCE DALLA NECESSITA' DI AVERE QUESTO COMANDO UTILIZZABILE IN CONDIZIONI NOPERATIVE MOLTO DIVERSE:

- ALLE BASSE VELOCITA', AD ESEMPIO AL DECOLLO CON IL PESO MASSIMO E PROCEDURE RAPIDE DA EFFETTUARE, I DUE SET DI ALETONI SONO AMBEDUE OPERATIVI.
- ALLE ALTE VELOCITA' LE AZIONI SAREBBERO TROPPO INTENSE. IN QUESTO CASO SOLO IL SET INTERNO E' UTILIZZATO DAL PILOTA O AUTOPILOTA. LA SUA AZIONE E' PIU' CONTENUTA SIA PERCHE' UNA SOLA SUPERFICIE E' ATTIVA, SIA PERCHE' IL BRACCIO E' PIU' CONTENUTO. OPPORTUNI MECCANISMI RICOSCONO LE CONDIZIONI DI BASSA O ALTA VELOCITA' E SBLOCCANO O INTERDICONO IL FUNZIONAMENTO DEGLI ALETONI ESTERNI.

IL COMANDO VIENE DATO RUOTANDO IL VOLANTINO E GLI ALETONI RUOTANO UNO VERSO L'ALTO VERSO IL BASSO.

L'ALETTONE CHE SI ABBASSA CREA L'AUMENTO DELLA PORTANZA E VICEVERSA PER L'ALTRO.

I DUE ALETONI IN ALCUNI VELIVOLI, PER MOTIVI DI SICUREZZA, SONO COLLEGATI CON UN SISTEMA **MECCANICODI SINCRONISMO**, AD ESEMPIO UN SISTEMA DI CAVI METALLICI.

L'AZIONE DEI DUE ALETONI INDUCE UNA VARIAZIONE INVERSA DEL CAMPO AERODINAMICO DELLA SINGOLA ALA.E LA DIFFERENZA DI PORTANZA NELLE DUE SEMIALI CAUSA LA ROTAZIONE DEL VELIVOLO INTORNO AL SUO ASSE LONGITUDINALE (**ROLL AXIS**).

QUESTO E' IL FENOMENO PRIMARIO VOLUTO, MA AL TEMPO STESSO LA DIFFERENZA DI PORTANZA DELLE DUE SEMIALI ATTIVA UNA ASIMMETRIA NELLA RESISTENZA, E QUINDI ANCHE UN **MOMENTO IMBARDANTE** INTORNO ALL'ASSE VERTICALE E QUESTO ESSENDO NON DESIDERATO, DEVE ESSERE CORRETTO CON IL TIMONE DI DIREZIONE.

LA NECESSITA' DI APPORTARE CORREZIONI ALLE EVENTUALI ASIMMETRIE, SENZA TENERE IL COMANDO SEMPRE ATTIVO, VIENE REALIZZATA MEDIANTE **ALETTE DI TRIMMAGGIO** COMANDATE DALLA CABINA PILOTI MEDIANTE APPOSITE MANOPOLE DISPOSTE SULLA PIANTANA.

- **EQUILIBRATORE**

L'EQUILIBRATORE E' IL PIANO MOBILE DI COMANDO POSTO SUL BORDO DI USCITA DELLO STABILIZZATORE ED E' COMANDATO DAL MOVIMENTO AVANTI/INDIETRO DELLA BARRA DI COMANDO.

QUANDO, PER ESEMPIO, LA BARRA VIENE PORTATA IN AVANTI L'EQUILIBRATORE SI MUOVE VERSO IL BASSO E MODIFICA IL CAMPO AERODINAMICO DELLO STABILIZZATORE.

L'EFFETTO RISULTANTE E' CHE LA PORTANZA DELLO STABILIZZATORE AUMENTA ED IL VELIVOLO RUOTA INTORNO ALL'ASSE ORIZZONTALE (**PITCH AXIS**): SI DICE CHE L'AEROMOBILE **PICCHIA**.

QUANDO INVECE LA BARRA SI MUOVE IN VERSO OPPOSTO L'EQUILIBRATORE SI MUOVE VERSO L'ALTO E L'AEROMOBILE **CABRA**

L'EQUILIBRATORE, COME GLI ALETONI, DISPONE DI UN SISTEMA DI TRIMMAGGIO LA CUI TECNICA DI REALIZZAZIONE E' SIMILE A QUELLA DEGLI ALETONI.

- **TIMONE DIREZIONE**

IL TIMONE DI DIREZIONE E' LA SUPERFICIE DI COMANDO CHE REALIZZA IL MOVIMENTO DEL VELIVOLO INTORNO ALL'ASSE VERTICALE.

IL COMANDO VIENE DATO TRAMITE LA **PEDALIERA**: QUANDO SI SPINGE IL PEDALE SINISTRO IL TIMONE SI MUOVE IN MODO CHE IL VELIVOLO RUOTA A SINISTRA E VICEVERSA.

LA STRUTTURA DEL TIMONE DI DIREZIONE E' INCERNIERATA SU DEI SUPPORTI SOLIDALI ALLA DERIVA VERTICALE DI CODA, E NEI VELIVOLI DI GRANDI DIMENSIONI E' REALIZZATO A VOLTE IN DUE SEZIONI SEPARATE.

IL TIMONE DI DIREZIONE, ALL'AUMENTARE DELLA VELOCITA', VIENE SOTTOPOSTO A LIMITAZIONI DI ESCURSIONE ANGOLARE PER CONTENERE LE SOLLECITAZIONI STRUTTURALI.

ANCHE IL TIMONE DI DIREZIONE DISPONE DI UN SISTEMA DI TRIMMAGGIO SIMILE AI PRECEDENTI.

### **COMANDI DI VOLO AUSILIARI**

LA GEOMETRIA DEL VELIVOLO E LA STRUTTURA DESTINATA A GARANTIRE LA PORTANZA E LE MANOVRE SONO OTTIMIZZATE PER LE CONDIZIONI DI CROCIERA NELLE QUALI IL VELIVOLO DEVE RAGGIUNGERE LE MIGLIORI PRESTAZIONI.

IN ALCUNE FASI OPERATIVE QUESTE OTTIMIZZAZIONI NON SONO TRA LORO COMPATIBILI E QUINDI SI DEVE RICORRERE A DELLE FORME DI **GEOMETRIA VARIABILE** CHE CONSENTANO SIA IL SOSTENTAMENTO CHE DELLE MANOVRE RAPIDE.

QUESTO E' IL COMPITO DEI **COMANDI DI VOLO AUSILIARI** CHE SONO DI VARIO TIPO:

- **IPERSOSTENTATORI**: FLAP, SLAT, SLOT
- **AEROFRENI**: SPEED BRAKES
- **SPOILER**

### **IPERSOSTENTATORI**

GLI IPERSOSTENTATORI MODIFICANO IL PROFILO DELL'ALA ALLO SCOPO DI AUMENTARE LA PORTANZA, FONDAMENTALE NELLE FASI DI DECOLLO ED ATTERRAGGIO.

TALE VARIAZIONE AVVIENE MEDIANTE OPPORTUNI DISPOSITIVI CHE MODIFICANO LA FORMA DEL PROFILO ALARE AGENDO O SUL BORDO DI ENTRATA O SU QUELLO DI USCITA.

LA CONSEGUENZA DI TALE CAMBIO DI GEOMETRIA E' UNA SIGNIFICATIVA VARIAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PORTANZA ED A VOLTE ANCHE DELLA SUPERFICE ALARE.

DURANTE IL VOLO IN CROCIERA IL PROFILO ALARE SI RICOMPONE E GLI IPERSOSTENTATORI TORNANO AD ESSERE PARTE INTEGRANTE DEL PROFILO ALARE, E SI TORNA ALL'ASSETTO CHE E' OTTIMALE PER QUESTA FASE NELLA QUALE IL VELIVOLO OPERA PER LUNGO TEMPO.

ALCUNI TIPI SONO POSIZIONATI SUL BORDO DI USCITA DELL'ALA, ALTRI SU QUELLO DI ENTRATA ED IN TUTTI E DUE I CASI APPOSITI MECCANISMI CONSENTONO IL DISPIEGAMENTO.

IL **PRINCIPIO FISICO** SU CUI SI BASANO E' SEMPRE LO STESSO: UN DATO PROFILO ALARE ALL'AUMENTARE DELLA INCIDENZA PRESENTA UN AUMENTO DEL COEFFICIENTE DI PORTANZA FINO A QUANDO -PER EFFETTO DEL **DISTACCO DELLO STRATO LIMITE** - AL CRESCERE DELL'ANGOLO DI INCIDENZA SI INVERTE IL TREND ED IL COEFFICIENTE DI PORTANZA INIZIA A DIMINUIRE.

COMPITO DI TALI DISPOSITIVI SARA' QUELLO DI EVITARE O RITARDARE QUESTO FENOMENO.

LA SOLUZIONE E' DI AUMENTARE LOCALMENTE LA VELOCITA' DEL FLUSSO DI ARIA IN MODO CHE IL **PUNTO DI DISTACCO** SI SPOSTI VERSO IL BORDO DI USCITA E QUESTO GENERI UN AUMENTO DEL COEFFICIENTE DI PORTANZA ANCHE PER ANGOLI DI INCIDENZA PIU' GRANDI.

IL FENOMENO AERODINAMICO PUO' ESSERE OTTENUTO TECNICAMENTE IN MOLTI MODI E QUESTO E' EVIDENZIATO DALLE VARIE SOLUZIONI COSTRUTTIVE ADOTTATE.

VEDIAMO ALCUNE REALIZZAZIONI CHE DIFFERISCONO PER LE MODALITA' REALIZZATIVE:

ZONA POSTERIORE DEL PROFILO ALARE:

- **FLAP POSTERIORI (TRAILING EDGE FLAP)**

ZONA ANTERIORE DEL PROFILO ALARE:

- **FLAP ANTERIORI (LEADING EDGE FLAP)**
- **SLAT**
- **SLOT**
  
- **FLAP POSTERIORI**

QUESTO DISPOSITIVO E' POSIZIONATO SUL BORDO DI USCITA ALARE, ED OCCUPA LA ZONA CHE SI ESTENDE - INDICATIVAMENTE - DALLA RADICE DI ATTACCO DELL'ALA ALLA FUSOLIERA FINO ALLA PARTE PIU' ESTERNA DELL'ALA STESSA, OVE SONO POSIZIONATI GLI ALETTONI.

LA STRUTTURA SI MUOVE PER SCORRIMENTO RISPETTO A DELLE GUIDE, O RUOTA RISPETTO A DELLE ARTICOLAZIONI, ED E' AZIONATA DA DISPOSITIVI IDRAULICI O ELETTROMECCANICI.

I FLAP POSTERIORI SONO REALIZZATI IN VARI MODI CHE SONO PRESENTATI NEGLI SCHEMI ALLEGATI:

- **PLAIN FLAP:** SONO SEMPLICEMENTE INCERNIERATI AL BORDO DI USCITA ALARE E L'EFFETTO E' DI CAMBIARE LA CURVATURA DEL PROFILO.
- **SLOTTED FLAP:** SIMILE AL PRECEDENTE CON IL PUNTO DI CERNIERA SPOSTATO E QUESTO GENERA UN GAP ATTRAVERSO IN CUI SI INCANALA IL FLUSSO AERODINAMICO.
- **SPLIT FLAP:** SI MODIFICA SOLO LA PARTE INFERIORE DEL BORDO DI USCITA
- **FOWLER FLAP:** LA PARTE TERMINALE DEL BORDO DI USCITA SI PUO' MUOVERE SCORRENDO ENTRO UNA ROTAIA ED AL TEMPO STESSO ASSUME UNA INCIDENZA CRESCENTE. DI FATTO AUMENTA LA SUPERFICE ALARE.
- **MULTIPLE SLOTTED FLAP:** SONO COSTITUTI DA PIU' SEZIONI, IN ALCUNI CASI TRE, CHE SI MUOVONO MEDIANTE UN COMPLESSO SISTEMA DI ROTAIE E LEVERAGGI E REALIZZANO UN SIGNIFICATIVO AUMENTO DELLA PORTANZA SIA AL DECOLLO CHE IN ATTERRAGGIO PER EFFETTO COMBINATO DI AUMENTO DELLA SUPERFICE ALARE, DELLA CURVATURA DEL PROFILO ED UN EFFETTO SUL CONTROLLO DELLO **STRATO LIMITE**.  
IL VANTAGGIO E' PERO' COMPENSA LA COMPLESSITA', IL COSTO ED IL PESO.

- **SLAT**

*QUESTA SUPERFICIE AUSILIARIA MOBILE CHE E' POSIZIONATA SUL BORDO DI ENTRATA E CHE SI MUOVE SCORRENDO SU APPOSITE GUIDE.*

*VIENE AZIONATA DA ATTUATORI MECCANICI E/O IDRAULICI CHE VENGONO ATTIVATI AL DECOLLO E ALL'ATTERRAGGIO.*

*QUANDO LO SLAT E' CHIUSO COSTITUISCE IL BORDO DI ENTRATA DEL PROFILO ALARE.*

*QUANDO SI ESTENDE IN AVANTI, GRAZIE ALLO SCORRIMENTO SU UNA APPOSITA ROTAIA CHE LO GUIDA, SI HA SIA UN ALLUNGAMENTO DEL PROFILO ALARE, SIA UN EFFETTO CURVATURA DEL PROFILO STESSO E SOPRATTUTTO LA FORMAZIONE DI UNA FESSURA ATTRAVERSO LA QUALE PASSA UN FLUSSO AERODINAMICO AD ALTA VELOCITA' CHE AGISCE IN FAVORE DELLO STRATO LIMITE.*

*LA COMPLICAZIONE COSTRUTTIVA E' SEMPRE GRANDE ED ANCHE L'AUMENTO DI PESO, MA IL TUTTO E' RIPAGATO DALL'AUMENTO DELLA INCIDENZA COMPATIBILE, E QUINDI DELLA PORTANZA DISPONIBILE A BASSA VELOCITA' (CONDIZIONI DI DECOLLO ED ATTERRAGGIO).*

*COSTRUTTIVAMENTE COMPRENDE ANCHE IL SISTEMA ANTIGHIACCIO ALARE E QUINDI SI HA ANCHE QUESTA COMPLICAZIONE.*

- **SLOT**

*IN QUESTO CASO LA STRUTTURA DEL BORDO DI ATTACCO ALARE RIMANE RIGIDA, MA QUANDO NECESSARIO VENGONO REALIZZATE DELLE FESSURE.*

*QUESTA SUPERFICIE AUSILIARIA E' COSTITUITA DA FESSURE (SLOT) CHE VENGONO CREATE IN ALCUNE ZONE NELLA ZONA DEL BORDO DI ENTRATA DEL PROFILO ALARE.*

*UN SISTEMA DI ATTUAZIONE E DI ARTICOLAZIONI MUOVE DEI TRATTI DEL RIVESTIMENTO SUPERIORE ED INFERIORE DEL BORDO DI ENTRATA CREANDO UNA FESSURA ATTRAVERSO LA QUALE SCORRE UN FLUSSO AERODINAMICO.*

*IL RISULTATO E' ANCORA LA CAPACITA' DI ACCETTARE MAGGIORI ANGOLI DI INCIDENZA.*

- **FLAP ANTERIORI**

*QUESTE SUPERFICIE AUSILIARIE SONO DENOMINATE ANCHE **LEADING EDGE FLAP**.*

*COME SCHEMA COSTRUTTIVO SI TRATTA DI RUOTARE E MUOVERE IN AVANTI LA PARTE INFERIORE DEL TRATTO INZIALE DEL BORDO DI ENTRATA.*

*SI REALIZZA MEDIANTE UN SISTEMA DI CERNIERE ED UN MECCANISMO DI ATTUAZIONE.*

- **SPEED BRAKES**

*TRATTASI DI PANNELLI POSIZIONATI SUL BORDO DI USCITA SUPERIORE DELL'ALA, PRIMA DEI FLAPS.*

*TALI COMANDI DI VOLO SONO AZIONATI DA MARTINETTI IDRAULICI E SERVONO AD AUMENTARE NOTEVOLMENTE LA RESISTENZA ALL'AVANZAMENTO.*

*LA RIDUZIONE DI VELOCITA' GENERATA PUO' ESSERE UTILE SIA IN VOLO CHE DOPO L'ATTERRAGGIO.*

- **SPOILERS**

*QUESTI DISPOSITIVI HANNO IL DOPPIO COMPITO DI FAR DIMINUIRE LA PORTANZA ED AUMENTARE LA RESISTENZA E VENGONO USATI IN VARIE CONDIZIONI OPERATIVE.*

*IL LORO AZIONAMENTO VIENE COORDINATO IN VARIO MODO RISPETTO AD ALTRI COMANDI DI VOLO.*

*QUANDO VENGONO USATI A TERRA, DOPO L'ATTERRAGGIO, PERMETTONO DI SCARICARE L'ALA E QUINDI DI FAR AUMENTARE LA PRESA DEI PNEUMATICI PER LA FRENATA..*

*IN ALCUNE CONDIZIONI DI VOLO (BASSA VELOCITA') SONO USATI ANCHE COME AIUTO AGLI ALETTONI SUL LATO DELL'ALETTONE CHE SALE.*

*ALCUNE VOLTE SONO USATI IN VOLO COME AEROFRENI ED IN QUESTO CASO INTERVENGONO SIMMETRICAMENTE SU TUTTE E DUE LE SEMIALI.*

*IL SISTEMA DI AZIONAMENTO E' MECCANICO ED IDRAULICO.*

- **STABILIZZATORE**

LA STRUTTURA FISICA E LE CARATTERISTICHE AERODINAMICHE DEI VELIVOLI SONO TALI CHE IL PUNTO DI APPLICAZIONE DELLA PORTANZA, IN TUTTE LE CONDIZIONI, E' POSTERIORE A QUELLO DEL BARICENTRO, NEL CAMPO DI TUTTE LE ESCURSIONI POSSIBILI DELLO STESSO (VARIARE DEL CARICO PAGANTE O DEL CONSUMO DI CARBURANTE).

QUESTO ASSETTO DI FORZE GENERA UNA **COPPIA A PICCHIARE** (MUSO DEL VELIVOLO GIU') CHE DEVE ESSERE COMPENSATA PER AVERE L'EQUILIBRIO, E QUESTO E' IL COMPITO DELLO STABILIZZATORE CHE E' CALETTATO IN MODO DA GENERARE UNA FORZA DEPORTANTE E CON IL SUO BRACCIO UNA COPPIA DI RICHIAMO.

NELLA REALTA' LA COPPIA DA COMPENSARE E' VARIABILE PER MOLTI MOTIVI A PARITA' DI VELIVOLO E QUINDI IL CALETTAMENTO DELLO STABILIZZATORE SARA' FUNZIONE DELLA POSIZIONE DEL BARICENTRO, DEL PESO DEL VELIVOLO, E L'EFFETTO VARIERA' CON LA VELOCITA'.

NEI VELIVOLI DI PICCOLE DIMENSIONI LO STABILIZZATORE E' CALETTATO FISSO, MENTRE IN GENERE IL CALETTAMENTO E' VARIABILE PER QUELLI PIU' GRANDI COME NEI VELIVOLI COMMERCIALI DA UNA CERTA DIMENSIONE IN POI: INFATTI SI DEVE POTER GENERARE UNA COPPIA DI RICHIAMO ABBASTANZA VARIABILE PER VIA DELLE COMBINAZIONI DI CARICO PASSEGGERI, MERCE E CARBURANTE VARIABILE DURANTE IL VOLO..

INFATTI NEL CASO DI GRANDI AUTONOMIE SI PRESENTA UNA VARIAZIONE DI PESO PER IL CONSUMO DEL CARBURANTE E QUESTO INFLUISCE MOLTO SULLA POSIZIONE DEL BARICENTRO.

LA SOLUZIONE TECNICA E' DI REALIZZARE UNO STABILIZZATORE DOTATO DI UN PUNTO DI CERNIERA CON UN SISTEMA DI ATTUAZIONE CHE CAMBI IL SUO CALETTAMENTO.

L'ATTUAZIONE E' IN GENERE REALIZZATA MEDIANTE DOPPI MOTORI ELETTRICI O IDRAULICI.

IL SISTEMA DISPONE IN CABINA PILOTI DI COMANDO PRIMARIO ED ALTERNATO E, PER MOTIVI DI SICUREZZA, DEVE PRIMA SI SBLOCCA UN FRENO, POI SI ATTUA IL COMANDO A MUOVERE.

IL COMANDO VIENE DATO IN VARI MODI, TRA CUI CON DEGLI INTERRUTTORI POSTI SUI VOLANTINI.

LO STABILIZZATORE IN ALCUNI VELIVOLI E' POSTO ALLA BASE (VEDI DC10), IN ALTRI ALLA SOMMITA' DELLA DERIVA.(VEDI MD80).

### **MACH TRIM COMPENSATOR**

I VELIVOLI A GETTO OPERANO SPESSO IN ZONA TRANSONICA E QUANDO LA VELOCITA' SI AVVICINA A QUESTI VALORI SI ASSISTE ALLO SPOSTAMENTO DEL CENTRO DI PRESSIONE DELLA PORTANZA VERSO IL BORDO DI USCITA.

QUESTO TENDE A FAR ABBASSARE IL MUSO DEL VELIVOLO ED IL FENOMENO DEVE ESSERE CORRETTO MEDIANTE UNA AZIONE DI TRIMMAGGIO, CHE IN GENERE NON E' AFFIDATA AL PILOTA.

UN CALCOLATORE (MACH TRIM COMPENSATOR) IN BASE AL NUMERO DI MACH ED ALLE CARATTERISTICHE AERODINAMICHE DEL VELIVOLO INTERVIENE O SULL'EQUILIBRATORE O SULLO STABILIZZATORE ED APPORTA LE CORREZIONI IN MODO AUTOMATICO.

### **YAW DAMPER**

TALE DISPOSITIVO, ANCHE QUESTO DI TIPO AUTOMATICO, VIENE REALIZZATO PER COMPENSARE DEI FENOMENI SECONDARI INDESIDERATI CHE IL PILOTA CONTROLLEREBBE CON DIFFICOLTA' MEDIANTE AZIONE MANUALE.

IL DISPOSITIVO AGISCE SUL TIMONE DI DIREZIONE E RICEVE SEGNALI DA UN APPOSITO CALCOLATORE O DA UN MODULO DELL'AUTOPILOTA.

IL FENOMENO SI INNESTA DURANTE LE VIRATE: IL VELIVOLO RUOTA INTORNO AL ROLL AXIS PER EFFETTO DEGLI ALETTONI, MA CONTEMPORANEAMENTE SU OGNI SEMIALA SI INNESECANO DEI FENOMENI SECONDARI TIPO LA VARIAZIONE DELLA RESISTENZA PER CUI IL VELIVOLO TENDE A RUOTARE INTORNO ALL'ASSE VERTICALE.



AL TEMPO STESSO LA SEMIALA CHE SCENDE VEDE UNA INCIDENZA MAGGIORE E QUELLA CHE SALE MINORE E DA QUESTA ASIMMETRIA SI INNESCA UN FENOMENO DI ROTAZIONE INTORNO AGLI ASSI DI ROLL E YAW ALTERNANTI. IL FENOMENO SI INNESCA ANCHE PER EFFETTO DI PERTURBAZIONI .

LA TECNICITA' E' DI AVERE UN **DISPOSITIVO DERIVATIVO** SENSIBILE A QUESTE ROTAZIONI CHE TRAMITE UN ELABORATORE DEDICATO O UNA FUNZIONE DELL'AUTOPILOTA INVIA UN COMANDO DI CONTRASTO ALL'ATTUATORE DEL TIMONE. QUESTA FUNZIONALITA' E' DETTA **YAW DUMPER**.

### **SENSAZIONE ARTIFICIALE**

L'ENTITA' DELLO SFORZO RICHIESTO AL PILOTA PER MUOVERE I COMANDI PRIMARI SU VELIVOLI GRANDI E VELOCI RISULTA DI TALE ENTITA' CHE SI RICORRE A SERVOCOMANDI.

A TALE VANTAGGIO SI CONTRAPPONE L'INCONVENIENTE CHE IL PILOTA PERDE LA SENSIBILITA' AL COMANDO DATO E QUESTO SAREBBE UN FATTO NEGATIVO CHE DEVE ESSERE CONTRASTATO.

PER EVITARE QUESTA RICADUTA NEGATIVA I SISTEMI DI COMANDO SERVOASISTITI VENGONO REALIZZATI INTERPONENDO TRA COMANDO ED ATTUATORE UN **DISPOSITIVO DI SENSAZIONE ARTIFICIALE**.

GLI IMPIANTI DI SENSAZIONE ARTIFICIALE TENDONO A CREARE ARTIFICIALMENTE SUI COMANDI UNA AZIONE DI CONTRASTO DI TIPO PROPORZIONALE ED ISTANTANEA E TALE AZIONE PUO' ESERE OTTENUTA MEDIANTE MOLLE, BARRE DI TORZIONE O DISPOSITIVI IDRAULICI OVE LA PRESSIONE DEL FLUIDO SIA STATA MODULATA DA UN DISPOSITIVO CAPACE DI RICEVERE ED ELABORARE TUTTI GLI INPUTS SIGNIFICATIVI.

### **OSSERVAZIONI SUI SERVOCOMANDI IDRAULICI**

LE DIMENSIONI CRESCENTI DEI VELIVOLI E DELLE VELOCITA' HA COMPORTATO CHE L'ESECUZIONE DELLE MANOVRE CON I COMANDI DI VOLO DIRETTI SIA RISULTATA SEMPRE PIU' GRAVOSA.

QUESTA CRITICITA' E' STATA RISOLTA CON L'UTILIZZO DI **SERVOCOMANDI**, A CUI SI RICORRE DI FREQUENTE SIA PER I COMANDI DI VOLO CHE PER ALTRI IMPIANTI (CARRELLI, PORTELLI CARGO, ECC).

I SERVOCOMANDI USATI NEI GRANDI VELIVOLI SONO IN GENERE IDRAULICI O ELETTRICI O ANCHE AERODINAMICI.

I SERVOCOMANDI IDRAULICI DEBONO RISPONDERE AD ALCUNE CARATTERISTICHE DI BASE:

- DEVONO AVERE UNA **POSIZIONE DI NEUTRO CERTA** E QUESTO SI OTTIENE MEDIANTE BLOCCO IDRAULICO: IL MECCANISMO RISULTA NON REVERSIBILE.
- DEVONO DISPORRE DI UN SISTEMA DI **INSEGUIMENTO**.

QUESTO RISPONDE ALLA NECESSITA' POTER COMANDARE LE SUPERFICI IN POSIZIONI INTERMEDIE (IN FUNZIONE DEL COMANDO DATO IN CABINA PILOTI) E NON SOLTANTO A FINE CORSA .

QUESTO VIENE REALIZZATO DA UN DISPOSITIVO CHE PERMETTERE DI CHIUDERE LA VALVOLA DI COMANDO QUANDO LA SUPERFICE COMANDATA HA RAGGIUNTO LA POSIZIONE DESIDERATA ,E DA QUEL MOMENTO SI TORNA AL BLOCCO IDRAULICO.

LE FIGURE ALLEGATE PERMETTONO DI COMPRENDERE MEGLIO LE MODALITA' POSSIBILI, CHE IN OGNI CASO SU BASANO SULLO TESSO CONCETTO :

- IL COMANDO INVIATO DAL PILOTA MUOVE IL CASSETTO DI DISTRIBUZIONE DI UNA VALVOLA A DUE VIE (MANDATA E RITORNO)
- L'OLIO ALIMENTA UNA DELLE CAMERE DELL'ATTUATORE, MENTRE IL RITORNO- TRAMITE LA VALVOLA STESSA - SI DIRIGE AL SERBATOIO.
- L'INGRESSO DELL'OLIO DETERMINA UNO SPOSTAMENTO RELATIVO TRA PISTONE E CILINDRO DELL'ATTUATORE.
- SE VOGLIAMO CHE LO SPOSTAMENTO RELATIVO SI FERMA SARA' NECESSARIO CHE LA VALVOLA SI CHIUDA DA SOLA QUANDO LA SUPERFICE COMANDATA HA RAGGIUNTO LA POSIZIONE DESIDERATA.
- QUESTO RISULTATO SI OTTIENE SE IL CASSETTO DI DISTRIBUZIONE DELLA VALVOLA TORNA NELLA POSIZIONE INIZIALE DI BLOCCO IDRAULICO.

- LA SUPERFICIE SI SARA' SPOSTATA IN QUANTO SOLIDALE O AL CORPO DELL'ATTUATORE O AL SUO CILINDRO.

A QUESTO PUNTO SONO POSSIBILI DUE SOLUZIONI (RIPORTATE IN FIGURA) :

- SERVOCOMANDO A CILINDRO MOBILE E PISTONE FISSO
- SERVOCOMANDO A PISTONE MOBILE E CILINDRO FISSO

IL CONCETTO E' IDENTICO: NEI DUE CASI SI SCAMBIANO IL PUNTO DI CERNIERA DEL COMANDO DEL CASSETTO DELLA VALVOLA ED IL PUNTO DI ATTACCO DELLA SUPERFICIE COMANDATA

- CILINDRO MOBILE: CERNIERA SUL CILINDRO.
- PISTONE MOBILE: CERNIERA SUL PISTONE.

LA RICERCA DEL PUNTO DI AZZERAMENTO DEL COMANDO DATO AL CASSETTO DI DISTRIBUZIONE E' OTTENUTO IN MODO DIVERSO, MA IL RISULTATO FINALE E' LO STESSO.

### **SERVOCOMANDI AERODINAMICI**

IN ALCUNI CASI I COMANDI DI VOLO NON SONO SERVOASSISTITI DA SORGENTI DI ENERGIA ALTERNATA (IDRAULICA, ELETTRICA.), MA DA SISTEMI AERODINAMICI.

NEI CASI IN CUI IL COMANDO ESEGUITO DAL PILOTA (SU ALETONI, TIMONE O EQUILIBRATORE) SIA DIRETTO E MECCANICO LO SFORZO RISULTEREBBE SIGNIFICATIVO E PRESENTE DURANTE TUTTO IL VOLO. IN QUESTA SITUAZIONE ALL'AUMENTARE DELLE **DIMENSIONI** DEL VELIVOLO E/O DELLA **VELOCITA'** LO SFORZO FISICO DA ESERCITARE PUO' DIVENTARE GRAVOSO ED IN CASO DI ASIMMETRIA DEL VELIVOLO ANCHE SCOMODO SE PROTRATTO PER UN CERTO TEMPO.

UN TEMPO QUESTA E' STATA LA SOLUZIONE TECNICA PIU' ADOTTATA, ORA SONO PRESENTI NEI VELIVOLI DI PICCOLA DIMENSIONE, ED ANCHE IN ALCUNI MODELLI DI VELIVOLI CIVILI.

IN QUESTI CASI SI RICORRE AL CONTRIBUTO DI ALETTE (TAB) CHE ASSUMONO VARIE FUNZIONI E DENOMINAZIONI IN BASE ALLA TECNICA REALIZZATIVA ED ALLA FUNZIONALITA'.

LA TIPOLOGIA DI QUESTI SERVOCOMANDI RISPONDE SEMPRE ALLA STESSA LOGICA:

- LA SERVOAETTA E' INCERNERATA A SBALZO RISPETTO ALLA SUPERFICIE DA COMANDARE.
- IL COMANDO MECCANICO INVIATO DAL PILOTA SI TRASFERISCE DIRETTAMENTE ALLA SERVOAETTA MEDIANTE VARI TIPI DI LEVERAGGI.
- LA SERVOAETTA, GRAZIE AL SISTEMA DI LEVERISMI, SI MUOVE NEL VERSO DA GENERARE SULLA SUPERFICIE DA COMANDARE UNA COPPIA NEL VERSO DESIDERATO.
- LA PROPORZIONE TRA LE LEVE ATTUATE DAL PILOTA E QUELLE ATTUATE DALLA SERVOAETTA E DALLA FORZA AERODINAMICA GENERATA SULLA STESSA DETERMINANO UNA AMPLIFICAZIONE DELLA COPPIA CHE RISPONDE AL FINE DEL SERVOCOMANDO.
- LA COPPIA AMPLIFICATA VIENE APPLICATA ALLA SUPERFICIE DA COMANDARE E SI MUOVERA' IN VERSO OPPOSTO ALLA SERVOAETTA.

ALCUNE TIPOLOGIE SIA COME REALIZZAZIONE CHE COME UTILIZZO SONO RIPORTATE NEGLI SCHEMI ALLEGATI, IN OGNI CASO SONO CLASSIFICABILI COME SEGUE:

- **ALETTE DI TRIMMAGGIO**

IN ALCUNI CASI SI VERIFICANO DELLE SITUAZIONI DI ASIMMETRIA RELATIVAMENTE AI TRE ASSI DI RIFERIMENTO DEL VELIVOLO.

IN QUESTE CONDIZIONI IL PILOTA DOVREBBE COSTANTEMENTE TENERE IL COMANDO FUORI DELLE CONDIZIONI DI NEUTRO PER TUTTA LA DURATA DELLA CONDIZIONE DI ASIMMETRIA.

PER EVITARE QUESTO STRESS SI INSTALLANO SUL BORDO DI USCITA DELLE SUPERFICI DI COMANDO PRIMARIE DELLE ALETTE COMANDABILI CON MANOPOLE O CON INTERRUTTORI.

IN TAL MODO LA SUPERFICIE PRIMARIA E' TRATTENUTA DALLA AZIONE ESERCITATA DALLA ALETTA DI TRIM, ED IL COMANDO IN CABINA PILOTI PUO' ESSERE RILASCIATO.

LE **ALETTE DI TRIM** SONO IN GENERE COMANDATE TRAMITE CAVI AZIONATI DA MANOPOLE E ROCHETTI POSTI IN CABINA PILOTI.

- **SERVOALETTE**

*QUESTA TIPOLOGIA E' UTILIZZATA NEI COMANDI MECCANICI DIRETTI PER CONTENERE LO SFORZO FISICO RICHIESTO AL PILOTA CHE RISPONDE DELLA DIMENSIONE DELLE SUPERFICI E DELLA VELOCITA'.*

*LA LORO AZIONE E' SEMPRE QUELLA DI MUOVERSI IN VERSO OPPOSTO A QUELLO DEL COMANDO PRIMARIO, ED AGISCE GENERANDO SUL PUNTO DI CERNIERA DELLA STESSA UNA COPPIA CHE REALIZZI IL COMANDO RICHIESTO.*

*SONO POSSIBILI VARIE SOLUZIONI COSTRUTTIVE DI CUI GLI SCHEMI ALLEGATI DANNO EVIDENZA.*

#### **NUOVI COMANDI DI VOLO: FLY-BY-WIRE**

*LA COMPLESSITA' DELL'ARGOMENTO NON CONSENTE CHE UN BREVE CENNO A QUESTA TECNICITA' APPLICATA AI COMANDI DI VOLO DEI NUOVIVELIVOLI SIA CIVILI CHE MILITARI.*

*IL CONCETTO BASE E' CHE IL COMANDO INVIATO ALLE SUPERFICI DI GOVERNO DEL VELIVOLO DALLA CABINA PILOTI ED ATTUATO DA SERVOSISTEMI IDRAULICI VEDE NELLA TECNOLOGIA MECCANICA DI TRASMISSIONE/ATTUAZIONE VARIE PROBLEMATICHE: ATTRITI, PESI, TOLLERANZE POCO STABILI, DIFFICOLTA' DI REGOLAZIONE, LIMITI DI AFFIDABILITA., COSTI DI MANUTENZIONE, ECC.*

*L'IDEA BASE E' STATA DI AVERE IN CABINA PILOTI DEI TRASDUTTORI CAPACI DI TRASFORMARE IL COMANDO DEL PILOTA IN UN SEGNALE ELETTRICO E DI TRASMETTERLO VIA CAVO.*

*IL DISPOSITIVO ATTUATORE (ELETTRICO O MECCANICO) DOVRA' DISPORRE DI UN DISPOSITIVO INVERSO CAPACE DI TRASFORMARE L'INFORMAZIONE ELETTRICA IN UN COMANDO ALL'ATTUATORE STESSO E DI REALIZZARE IL FEEDBACK.*

*LA TECNOLOGIA DI TRASMISSIONE USATA E' QUELLA SEGNALI IN DIGITALE: SI OTTIENE SIA IL VANTAGGIO DELLA PRECISIONE DEL VALORE, SIA LA POSSIBILITA' DI RIDURRE PESI.*

*NELLA REALTA' IL SEGNALE DIGITALE NON VIENE TRASMESSO DIRETTAMENTE ALL'ATTUATORE, MA INVIATO A DEI COMPUTERS OVE IL COMANDO E LA SUA COMPATIBILITA' CON LE CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE/OPERATIVE DEL VELIVOLO VENGONO INTERPRETATE CON ADEGUATI SOFTWARE.*

*SOLO DOPO QUESTA VERIFICA SI IMPARTISCE IL COMANDO ALL'ATTUATORE, E QUESTO PERMETTE SIA OTTIMIZZAZIONI CHE SICUREZZA NELLE MANOVRE.*

*LA CAPACITA' TECNOLOGICA DOVRA' COMBINARSI CON QUELLA DI SAPER SVILUPPARE E CERTIFICARE I PROGRAMMI DEI COMPUTERS.*

*LA ASSOLUTA NECESSITA' DI AFFIDABILITA' E PRECISIONE E' GARANTITA DALLA NORMATIVA CHE RICHIEDE PIU' SISTEMI IN PARALLELO E CHE SI CONFRONTANO.*

*TALE TECNOLOGIA E' OGGI DIFFUSA ANCHE PERGOVERNARE ALTRI IMPIANTI, E NECESSITA DI PRECAUZIONI PER LE INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE.*

#### **SCHEMA A BLOCCHI COMANDI DI VOLO MD80**

*SI RIPORTANO GLI SCHEMI A BLOCCHI E DESCRIZIONI DELLE FUNZIONALITA' PRINCIPALI DEI COMANDI DI VOLO DEL VELIVOLO MD80 PER VEDERE IN PRATICA LE APPLICAZIONI DEI PRINCIPI ESPOSTI.*

*PER MOTIVI DIDATTICI VENGONO RIPORTATI ALCUNI SCHEMI A BLOCCHI DEL VELIVOLI DC10 AL FINE DI ASSOCIARE AL SINGOLO COMANDO SOLUZIONI TECNICHE DIVERSE.*

- **SISTEMA ALETTONI MD80**

*L'AEROMOBILE MD80 DISPONE DI ALETTONI A COMANDO AERODINAMICO, AZIONATI DA SERVOALETTE DIRETTAMENTE COLLEGATE AI VOLANTINI MEDIANTE CAVI METALLICI.*

*IL COMANDO DEI VOLANTINI TRANSITA ATTRAVERSO UN MECCANISMO DI SUPERAMENTO CHE INTERCONNETTE I VOLANTINI, E CHE GARANTISCE IL FUNZIONAMENTO IN CASO DI BLOCCAGGIO DI UNA SERVOALETTA.*

*I DUE ALETTONI SONO TRA LORO COLLEGATI DA UN CAVO DI SINCRONISMO A GARANZIA DELLA SIMMETRIA DEL COMANDO*

*LA LINEA DI COMANDO DELLE SERVOALETTE PASSA ATTRAVERSO UN DISPOSITIVO MECCANICO DOTATO DI MOLLE CHE FORNISCONO LA **SENSAZIONE ARTIFICIALE** AL PILOTA.*

*OGNI ALETTONE E' DOTATO DI UNO **SMORZATORE** PER CONTRASTARE FENOMENI DI **FLATTER IN VOLO E RAFFICHE A TERRA**, ED E' COSTITUITO DA UNA SERIE DI STAORI E ROTORI POSTI IN UN CONTENITORE RIEMPIUTO DI SILICONE: IL CORPO E' SOLIDALE ALLA STRUTTURA E L'ALTERINO SOLIDALE AI ROTORI E COLLEGATO ALLA SUPERFICE MOBILE.*

*IL **TRIM** AVVIENE MEDIANTE APPOSITE **SERVOALETTE DI TRIMMAGGIO**, ED E' COSTITUITO DA UNA MANOPOLA CHE COMANDA UN ROCCHETTO POSTO SULLA PIANTANA IN CABINA PILOTI, E CHE COMANDA MEDIANTE CAVI DUE **MARTINETTI MECCANICI A VITE**.*

*LA LINEA DI COMANDO DEGLI ALETTONI TRANSITA IN UN DISPOSITIVO MECCANICO CHE IN CONDIZIONI PARTICOLARI AZIONA GLI **SPOILER DI VOLO** A SUPPORTO DEGLI ALETTONI.*

*IL COMANDO DELL'**AUTOPILOTA** AVVIENE MEDIANTE UN SERVOMOTORE CHE AGISCE DIRETTAMENTE SUI CAVI DI COMANDO DELLE SERVOALETTE.*

*LE SERVOALETTE POSSONO RUOTARE DI 30°, GLI ALETTONI DI 13°.*

- **SISTEMA EQUILIBRATORI MD80**

*IL **CONTROLLO LONGITUDINALE** AVVIENE MEDIANTE DUE EQUILIBRATORI POSIZIONATI SUL BORDO DI USCITA DELLO STABILIZZATORE.*

*IL COMANDO VIENE DATO TRAMITE IL MOVIMENTO DELLE BARRE DI COMANDO TRA LORO RIGIDAMENTE CONNESSE, E VIENE ATTUATO AERODINAMICAMENTE MEDIANTE SERVOALETTE.*

*ALLE SERVOALETTE SI SOMMA L'AZIONE DI DUE **TAB AUTOMATICHE**.*

*OGNI EQUILIBRATORE DISPONE DI UNO **SMORZATORE** PER CONTRASTARE FLATTER IN VOLO O RAFFICHE A TERRA, CHE FUNZIONA SULLO STESSO PRINCIPIO DI QUELLO DEGLI ALETTONI.*

*IN CASO DI AEROMOBILE MOLTO CABRATO SI POTREBBERO VERIFICARE CONDIZIONI DI CRITICITA' ED ANCHE DI STALLO QUALORA LE SERVOALETTE DELL'EQUILIBRATORE ANDASSERO IN OMBRA.*

*PER QUESTA RAGIONE QUANDO TRA ALETTE ED EQUILIBRATORI SI HA UN ANGOLO SUPERIORE A 10° A PICCHIARE IL COMANDO AERODINAMICO VIENE AIUTATO DALL'AZIONE DI DUE MARTINETTI IDRAULICI, GESTITI DA UN DOPPIO SISTEMA DI VALVOLE.*

*LA APERTURA DELLE VALVOLE PERMETTE L'AZIONAMENTO DEGLI ATTUATORI IDRAULICI.*

*OGNI BARRA DI COMANDO AZIONA UN SUO SISTEMA DI CAVI INDIPENDENTI CHE PRIMA DI ARRIVARE ALLE SERVOALETTE TRANSITA ATTRAVERSO DUE COMPLESSI MECCANICI: RAGGIUNTE LE CONDIZIONI DI ECCESSIVA DIVERGENZA SI APRONO LE VALVOLE IDRAULICHE ED INTERVENGONO I MARTINETTI CON IL COMANDO A PICCHIARE.*

*IL COMANDO DELL'**AUTOPILOTA** AVVIENE TRAMITE UN SERVOMOTORE CHE SI COLLEGA AI CAVI DELLE SERVOALETTE.*

*LA **SENSAZIONE ARTIFICIALE** E' REALIZZATA MEDIANTE UN MECCANISMO A MOLLA COLLEGATO AD UNA DELLE DUE BARRE DI COMANDO E LA TENSIONE DI TALE MOLLA E' VARIATA DA UN COMANDO ASSERVITO ALLA POSIZIONE DELLO STABILIZZATORE E MODULA CON LA VELOCITA' LA SENSAZIONE ARTIFICIALE.*

*CON L'AUMENTO DELLA VELOCITA' E DEL NUMERO DI MACH PROSSIMO 0.80 SI ATTIVA UNA TENDENZA LA TENDENZA DELL'AEROMOBILE AD ABBASSARE IL MUSO.*

*QUESTO FENOMENO VIENE CORRETTO IN AUTOMATICO DA UN ATTUATORE ELETTRICO (**MACH PITCH TRIM COMPENSATOR**) CHE AGISCE DIRETTAMENTE SULLA BARRA DI COMANDO E COMPENSA PER LIVELLARE L'AEROMOBILE.*

*IL COMANDO A QUESTO ATTUATORE PROVIENE DALL'**AUTOPILOTA** (**DIGITAL FLIGHT GUIDANCE COMPUTER**)*

- **SISTEMA TIMONE MD80**

IL TIMONE DI DIREZIONE VIENE COMANDATO DALLE PEDALIERE POSTE IN CABINA PILOTI E TRA LORO INTERCONNESSE MEDIANTE UN TUBO DI TORSIONE.

LA ATTUAZIONE NORMALE AVVIENE TRAMITE MARTINETTO IDRAULICO ED IN CONDIZIONI DI EMERGENZA IDRAULICA MEDIANTE L'AZIONE AERODINAMICA DI UNA SERVOALETTA..

IL COMANDO DELLE PEDALIERE VIENE TRAMESSO MEDIANTE CAVI E PRIMA DI ARRIVARE ALLA VALVOLA DI COMANDO TRANSITA ATTRAVERSO UN **MECCANISMO DI INVERSIONE MECCANICO ED IDRAULICO**.

QUESTO MECCANISMO E' CAPACE DI **SENTIRE** SE LA PRESSIONE IDRAULICA E' NORMALE: IN QUESTO CASO IL COMANDO DELLE PEDALIERE E DEL TRIM AGISCE DIRETTAMENTE SULLA VALVOLA DI COMANDO IDRAULICA.

TALE MECCANISMO DI INVERSIONE SELEZIONA L'ESCLUSIONE DEL COMANDO IDRAULICO QUANDO LA PRESSIONE SCENDE IL VALORE DI 1000PSI, E IN QUESTE CONDIZIONI L'EQUIPAGGIO E' INFORMATO DALLA ACCENSIONE DI LUCI AVVISO (RUDDER CONTROL MANUAL)

UN SISTEMA DI **TRIM** E' ATTUATO MEDIANTE UNA MANOPOLA POSTA IN CABINA PILOTI CHE TRAMITE CAVI AZIONA UN MARTINETTO A VITE.

IL MECCANISMO A VITE AGISCE ATTRAVERSO IL MECCANISMO DI INVERSIONE SUL COMANDO VALVOLA O SULLA SERVOALETTA.

LA FUNZIONE **YAW DUMPER** VIENE GOVERNATA TRAMITE UN ATTUATORE ELETTROMECCANICO COMANDATO DA UN APPOSITO CALCOLATORE.

LA **ESCURSIONE DEL TIMONE** E' LIBERA FINO A CIRCA 180 NODI E L'ENTITA' DEL MOVIMENTO AL MASSIMO RAGGIUNGE 22°

DALLA VELOCITA' DI 180 NODI IN POI INTERVIENE PROGRESSIVAMENTE UN **LIMITATORE DI CORSA MECCANICO** AZIONATO DALLA PRESSIONE DINAMICA RILEVATA DA UN PITOT DEDICATO.

LA LIMITAZIONE RIDUCE LA CORSA DEL TIMONE PROGRESSIVAMENTE FINO A CIRCA 300 NODI A CUI CORRISPONDONO CIRCA 3° DI ESCURSIONE.

IL TIMONE E' DOTATO DI **SMORZATORE** PER ATTENUARE LE VIBRAZIONI INNESCATE DA MOTIVI AERODINAMICI TIPO FLUTTER IN VOLO, O RAFFICHE A TERRA.

- **SISTEMA STABILIZZATORE ORIZZONTALE MD80**

IL MOVIMENTO DELLO STABILIZZATORE E' REALIZZATO MEDIANTE UNA MADREVITE CONTROLLATA DA UN FRENO ELETROMECCANICO ED AZIONATA ELETTRICAMENTE MEDIANTE DUE MOTORI ELETTRICI, UNO PRIMARIO ED UNO SECONDARIO.

IL MOTORE PRIMARIO E' QUELLO SU CUI AGISCONO , DI NORMA, I PILOTI TRAMITE DUE MANIGLIE POSTE SULLA PIANTANA O TRAMITE DUE INTERRUTTORI POSTI SUI VOLANTINI DI COMANDO ALETONI.

IL MOTORE SECONDARIO E' UTILIZZATO NORMALMENTE DALL'AUTOMPILOTA , E SOLO IN EMERGENZA DEL MOTORE PRIMARIO I PILOTI AGISCONO SU QUESTO MOTORE TRAMITE DUE ULTERIORI LEVETTE POSTE SULLA PIANTANA.

IL COMANDO VIENE DATO TRAMITE LE DUE MANIGLIE POSTE SULLA PIANTANA CENTRALE, O CON DUE INTERRUTTORI POSTI SUI VOLANTINI O TRAMITE LE LEVETTE DI COMANDO DEL SECONDARIO ED IL DOPPIO COMANDO SERVE IN QUANTO UNO SBLOCCA IL FRENO E L'ALTRO FORNISCE IL COMANDO AL MOTORE

IL MOTORE ELETTRICO ALTERNATO E' IN GENERE USATO DALL'AUTOMPILOTA, MA IN EMERGENZA E' COMANDABILE DALLA PIANTANA TRAMITE APPOSITE LEVE.

I DUE MOTORI AGISCONO TRAMITE RIDUTTORI SU UN MARTINETTO A VITE CHE MUOVE LO STABILIZZATORE SU CUI AGISCE ANCHE IL FRENO.

*UN SISTEMA DI INDICAZIONE FORNISCE LA POSIZIONE DELLO STABILIZZATORE PER COMANDARE LA SELEZIONE.*

- **SISTEMA SPOILER MD80**

*IL VELIVOLO MD80 DISPONE DI TRE PANNELLI SPOILER PER SEMIALA.*

*I DUE ESTERNI SONO SPOILER DI VOLO , MENTRE QUELLO INTERNO E' SOLO SPOILER DI TERRA.*

*IL MOVIMENTO DI QUESTI SEI PANNELLI AVVIENE MEDIANTE MARTINETTI IDRAULICI, E LE LORO VALVOLE SONO COMANDATE IN MODO DA REALIZZARE VARIE FUNZIONALITA.*

*GLI SPOILER DI VOLO POSSONO SIA ESSERE DI AIUTO AGLI ALETTONI (IN QUESTO CASO SI ALZANO SOLO SU UNA SEMIALA) PER UNA ESCURSIONE MASSIMA DI CIRCA 60° , SIA AVERE UNA FUNZIONE DI AEROFRENI (SPEED BRAKE) CON UNA ESCURSIONE MASSIMA DI CIRCA 35°.*

*UN RUOLO FONDAMENTALE E' SVOLTO DAL MECCANISMO DETTO MIXER ATTRAVERSO IL QUALE TRANSITANO I CAVI DI COMANDO DELLE SERVOALETTE ALETTONI : TALE MECCANISMO APRE LE VALVOLE DI COMANDO DEGLI SPOILER DI VOLO QUANDO I VOLANTINI RUOTANO OLTRE 17° ED E' PROGRESSIVO.*

*QUANDO INVECE VIENE ATTIVATA - TRAMITE APPOSITA LEVA IN CABINA PILOTI - LA FUNZIONE SPEED BRAKE IL COMANDO TRANSITA ATTRAVERSO IL MIXER E SI SOMMA ALGEBRICAMENTE A QUELLO DEGLI ALETTONI.*

*GLI SPOILER POSSONO ESSERE USATI COME AEROFRENI A TERRA ED IN QUESTO CASO INTERVENGONO I TRE PANNELLI DI OGNI SEMIALA.*

*LA STESSA LEVA DI COMANDO SPEED BRAKE PUO' ESSERE USATA COME COMANDO PER ESTENDERE TUTTI GLI SPOILER SIA PER UN COMANDO MANUALE CHE PER QUELLO AUTOMATICO.*

*NEL CASO DEL COMANDO AUTOMATICO LA LEVA VIENE POSTA IN CONDIZIONE DI ATTESA (ARM) ED UN SERVOMOTORE LA ESTENDERA' QUANDO SI ABBAIA IL CONSENSO DI UNA SERIE DI FATTORI (RUOTE PRINCIPALI CHE GIRANO, LEVA CARRELLO GIU', MANETTA MOTORI AL MINIMO, ECC) CIOE' DOPO LA CONFERMA CHE L'AEROMOBILE E' REALMENTE IN CONDIZIONI DI TERRA.*

*SOLO A QUESTO PUNTO INVIA IL COMANDO AD UN ATTUATORE ELETTRICO CHE PREDISPONE I MIXER A COMANDARE LE VALVOLE DI TUTTI GLI SPOILER , QUALORA SE IL COMANDO SPOILER DI TERRA SIA STATO ATTIVATO.*

- **SISTEMA FLAP MD80**

*IL SISTEMA FLAP HA IL COMPITO DI AUMENTARE LA PORTANZA ALLE BASSE VELOCITA' NELLE FASI DI DECOLLO, AVVICINAMENTO ED ATTERRAGGIO.*

*L'AEROMOBILE MD80 DISPONE DI DUE SEZIONI FLAP PER OGNI SEMIALA COLLEGATE DA UN GIUNTO MECCANICO E SONO AZIONATI IDRAULICAMENTE.*

*LE ALIMENTAZIONI IDRAULICHE SONO INCROCIATE : LE SEZIONI ESTERNE SONO ALIMENTATE DALL'IMPIANTO SINISTRO, QUELLE INTERNE DALL'IMPIANTO DESTRO.*

*I FLAP ESTERNI RUOTANO SU TRE SUPPORTI A COMPASSO, QUELLI INTERNI SCORRONO SU ROTAIE.*

*I FLAP DELLE DUE SEMIALI ,PER EVITARE ASIMMETRIE ,SONO COLLEGATI CON CAVI DI INTERCONNESSIONE .*

*IL COMANDO VIENE DATO IN CABINA PILOTI CON APPOSITA LEVA CHE INTERVIENE SIA SUL COMANDO VALVOLA FFLAP CHE SULLA VALVOLA SLAT SECONDO LA SEGUENTE LOGICA:*

- LEVA FLAP SU, SLAT RETRATTI
- LEVA FLAP FINO A 13° ,SLAT PARZIALMENTE ESTESI
- LEVA FLAP OLTRE 13° , SLAT COMPLETAMENTE ESTESI

LA VALVOLA DI ALIMENTAZIONE FLAP IN RETRAZIONE GARANTISCE A DUE VELOCITA': DA 20° A 0° LENTA, DA 40° A 20° VELOCE.

UN SISTEMA DI CAVI DI INSEGUIMENTO REALIZZA IL FEEDBACK DELLA VALVOLA ED AZIONA DUE TRASMETTITORI DI POSIZIONE.

LA POSIZIONE DEI FLAP VIENE TRASMESSA DA APPOSITI CAVI AL SISTEMA DI SENSAZIONE ARTIFICIALE ELEVATORE.

- **SLAT**

GLI SLAT CONSENTONO DI AUMENTARE LA PORTANZA DURANTE DECOLLO/ATTERRAGGIO E DI ELEVARE L'ANGOLO DI STALLO.

GLI SLATS SONO REALIZZATI TRAMITE PIU' ELEMENTI POSTI SUL BORDO DI ENTRATA E CHE POSSONO SCORRERE IN APPOSITE ROTAIE.

SI TRATTA DI SEI PANNELLI PER SEMIALA SUPPORTATI DA 15 ROTAIE, DI CUI SETTE DI AZIONAMENTO ED OTTO DI GUIDA.

UN SISTEMA DI DOPPI CAVI GARANTISCE AD OGNI ROTAIA LA ESTENSIONE E LA RETRAZIONE.

UN TAMBURO DI TRASCINAMENTO GARANTISCE IL COMANDO ED IL SINCRONISMO ALLA COPPIA DI CAVI DI OGNI ROTAIA DI COMANDO.

IL LORO MOVIMENTO E' REALIZZATO DA UN SISTEMA DI CAVI CHE SCORRONO IN APPOSITE PULEGGE E MESSI IN MOVIMENTO DA UN MECCANISMO AZIONATO DA DUE MARTINETTI IDRAULICI CON ALIMENTAZIONE IDRAULICA INCROCIATA.

IL COMANDO VIENE DATO TRAMITE LA LEVA FLAP/SLAT CHE AGISCE SULLE RISPETTIVE VALVOLE DI COMANDO.

- **SISTEMA AUTOSLAT**

QUESTO DISPOSITIVO REALIZZA UNA FUNZIONALITA' DI PROTEZIONE DALL'EVENTO STALLO.

UN SISTEMA ELETTRICO DI ATTUAZIONE COMANDA L'APERTURA AUTOMATICA DELLA VALVOLA COMANDO SLAT, QUANDO UNA SERIE DI CONDIZIONI CRITICHE SI VERIFICA.

LE CONDIZIONI CRITICHE CHIARAMENTE NON POSSONO ESSERE AD ALTA VELOCITA' PER CUI IL SISTEMA E' INTERDETTO OLTRE I 240 NODI E QUANDO LA LEVA FLAP E' IN CONDIZIONI DI COMPLETA RETRAZIONE.

A BASSA VELOCITA' (INFORMAZIONE DELL'AIR DATA COMPUTER) E CON FLAP ANCHE PARZIALMENTE ESTESI LE INFORMAZIONI CONFRONTATE DI DUE CALCOLATORI (**STALL WARNING COMPUTER**) COMANDANO GLI ATTUATORI ELETTRICI PER LA APERTURA O LA CHIUSURA DELLA VALVOLA SLAT.

### **SCHEMA A BLOCCHI VELIVOLO DC10**

VENGONO RIPORTATI GLI SCHEMI DELLE SOLUZIONI ADOTTATE SUL VELIVOLO DC10 SOLO PER EVIDENZIARE COME LO STESSO COMANDO DI VOLO PUO' ESSERE REALIZZATO COSTRUTTIVAMENTE IN MODO DIVERSO, MA LO STEP ULTERIORE SAREBBE PASSARE A VELIVOLI CON TECNOLOGIA **FLY BY WIRE** NELLA QUALE GLI IMPATTI SUI PESI, SULLA AFFIDABILITA' E SULLA CAPACITA' DI INTERPORRE TRA COMANDO ED ATTUAZIONE LE LOGICHE GESTITE DA COMPUTERS PERMETTE DI OTTENERE UN VERO SALTO DI QUALITA' IN TERMINI DI TECNOLOGIA APPLICATA AI COMANDI DI VOLO.