

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901953796A1

Publication Date

20121213

Applicant

DESA S.R.L.

Title

SISTEMA E RELATIVO METODO DI RILEVAMENTO ESCURSIONI ANGOLARI
DEI COMANDI DI VOLO DEGLI AEROMOBILI.

- 1 -

Sistema e relativo metodo di rilevamento escursioni
angolari dei comandi di volo degli aeromobili

La presente invenzione riguarda un sistema e relativo metodo di rilevamento escursioni angolari dei comandi di volo degli aeromobili.

Più precisamente, la presente invenzione riguarda sistema di rilevamento escursioni angolari dei comandi di volo degli aeromobili, realizzato elettronicamente invece che meccanicamente, e di semplice ed economico utilizzo, risultando particolarmente efficace nella misura. L'invenzione concerne altresì il relativo metodo di rilevamento di dette escursioni angolari.

Gli aeromobili sono dotati di comandi di volo per direzionare la loro traiettoria. I comandi di volo sono delle superfici mobili situate sulle ali e sulla parte posteriore degli aeromobili.

Le attività di manutenzione di un aeromobile comprendono la rilevazione della escursione angolare di tali comandi, per verificare che essi funzionino correttamente e che nella cabina di pilotaggio siano visualizzati i valori corretti di tali escursioni.

Facendo riferimento alla figura 1, tale rilievo può essere effettuato, secondo la tecnica corrente, utilizzando uno strumento meccanico denominato "stadia". Si tratta di una barra graduata in materiale rigido 10 da fissare sulla superficie fissa 21 dell'ala. Sulla superficie mobile 20 dell'ala è invece posizionato un inclinometro digitale 30, che fornisce il valore di escursione angolare su di tale superficie

("flap"), quando questa è inclinata (figura 2).

La stadia 10 permette, come illustrato in Figura 3, di stabilire lo zero rispetto al quale si misura l'inclinazione. Lo zero si ottiene ipotizzando che la superficie mobile 20 e il riferimento 11 presente sulla stadia siano allineati.

L'impiego stesso di una stadia meccanica, che ricopre l'intera superficie trasversale dell'ala, pone il problema di eventuali errori dovuti al non allineamento della struttura con la superficie mobile.

La tecnica attuale richiede l'impiego di due operatori: uno preposto all'installazione del sistema di rilevazione, l'altro addetto ad operare i comandi dalla cabina di pilotaggio. I due si scambiano i dati per verificare l'esito corretto della prova (in genere a voce).

La stadia risulta di difficile installazione, stante il peso e la dimensione, rendendo necessario un elevato tempo uomo. Inoltre è costosa come realizzazione.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un sistema ed un relativo metodo di rilevazione dell'escursione angolare di comandi di aeromobili che risolva i problemi e superi gli inconvenienti della tecnica anteriore.

E' **oggetto** della presente invenzione un sistema di rilevamento di escursioni angolari dei comandi di volo o "flap" di ali di aeromobili, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno una coppia di dispositivi comprendente un

primo dispositivo posizionabile su un flap interno o esterno dell'ala di un aeromobile, ed un secondo dispositivo, posizionabile sul bordo di uscita della semiala di detta ala di un aeromobile in linea con detto primo dispositivo, ciascuno dotato di:

- un inclinometro, e
- un modulo di comunicazione wireless;
- una unità centrale di elaborazione dotata di un modulo di comunicazione wireless per comunicare singolarmente con detto primo e detto secondo dispositivo di detta almeno una coppia di dispositivi;

in cui detta unità centrale di elaborazione è fornita ulteriormente di un modulo di acquisizione dati per l'acquisizione dei dati di inclinazione di detto primo e detto secondo dispositivo ed il loro confronto ai fini della determinazione dell'inclinazione del flap rispetto a detto bordo di uscita della semiala.

Preferibilmente secondo l'invenzione, detto modulo di comunicazione wireless è un modulo ZigBee.

Preferibilmente secondo l'invenzione, il sistema comprende almeno due coppie di dispositivi, per la rilevazione contemporanea delle escursioni angolari dei flap interni o esterni.

Preferibilmente secondo l'invenzione, il sistema comprende quattro coppie di dispositivi per la rilevazione contemporanea delle escursioni angolari sia dei flap interni che esterni.

E' **oggetto** della presente invenzione un metodo di

rilevamento e regolazione di escursioni angolari dei comandi di volo o "flap" di ali di aeromobili, caratterizzato dal fatto di comprendere l'utilizzo di:

- almeno una coppia di dispositivi comprendente un primo dispositivo posizionabile su un flap interno o esterno dell'ala di un aeromobile, ed un secondo dispositivo, posizionabile sul bordo di uscita della semiala di detta ala di un aeromobile in linea con detto primo dispositivo, ciascuno dotato di:
 - un inclinometro, e
 - un modulo di comunicazione wireless;
- una unità centrale di elaborazione dotata di:
 - un modulo di comunicazione wireless per comunicare singolarmente con detto primo e detto secondo dispositivo di detta almeno una coppia di dispositivi;
 - un modulo di acquisizione dati per l'acquisizione dei dati di inclinazione di detto primo e detto secondo dispositivo;
- un sistema di lettura automatizzato o da operatore del dato di escursione angolare visualizzato nella cabina di pilotaggio di detto aeromobile;
- un dispositivo dedicato per la regolazione dell'inclinazione di flap;

e dal fatto di eseguire le seguenti fasi successive per ciascuna coppia di dispositivi:

- A. posizionare detto primo dispositivo su un flap dell'ala di aeromobile, e detto secondo dispositivo sul bordo di uscita della semiala di

detta ala di un aeromobile in linea con detto primo dispositivo;

- B. muovere il relativo flap fino a che entrambi detto primo e detto secondo dispositivo forniscono a detta unità centrale di elaborazione lo stesso dato numerico di inclinazione;
- C. verificare che ci sia coerenza tra detto dato numerico di inclinazione ed il valore di zero proveniente da detto sistema di lettura automatizzato o da operatore con il flap nella posizione finale della fase precedente;
- D. nel caso in cui la verifica della fase C dia esito negativo, regolare l'inclinazione del flap con detto dispositivo dedicato, e ripetere le fasi da A a C fino a che la verifica della fase C dia esito positivo;
- E. muovere il flap in una posizione differente dalla posizione finale della fase precedente;
- F. confrontare, tramite detta unità centrale di elaborazione, il valore della differenza tra i valori forniti da detto primo e detto secondo dispositivo con il valore proveniente da detto sistema di lettura automatizzato o da operatore;
- G. nel caso in cui la verifica della fase F dia esito negativo, regolare l'inclinazione del flap con detto dispositivo dedicato, e ripetere le fasi da E a F fino a che la verifica dia esito positivo.

L'invenzione verrà ora descritta a titolo illustrativo ma non limitativo, con particolare riferimento ai disegni delle figure allegate, in cui:

- la figura 1 mostra la prima fase del processo di misurazione meccanico-digitale secondo la tecnica anteriore;
- la figura 2 mostra la seconda fase del processo di misurazione meccanico-digitale secondo la tecnica anteriore, in cui il comando di volo di un aeromobile è stato inclinato per la rilevazione;
- la figura 3 mostra la determinazione dello zero nel processo di misurazione meccanico-digitale secondo la tecnica anteriore;
- la figura 4 mostra una forma di realizzazione del sistema secondo l'invenzione;
- la figura 5 mostra uno schema a blocchi del sistema secondo l'invenzione, in una sua forma di realizzazione;
- la figura 6 mostra un kit di misura delle escursioni angolari secondo una forma di realizzazione della presente invenzione.

Facendo riferimento alle figure 4, 5 e 6, il sistema secondo la presente invenzione prevede l'utilizzo di due dispositivi 30,40 provvisti ciascuno di inclinometro e collegati ad una unità centrale di elaborazione. In tal modo, l'uso della stadia meccanica viene superato perché lo zero viene determinato quando le letture dei due inclinometri digitali sono uguali.

Il collegamento all'unità centrale di elaborazione 50 permette di gestire i dati provenienti dai dispositivi 30,40 per fissare lo zero e determinare l'inclinazione dei comandi. Il collegamento è vantaggiosamente wireless, in particolare i dispositivi

30,40 sono dotati a tal fine di moduli ZigBee.

ZigBee è il nome di una specifica per un insieme di protocolli di comunicazione ad alto livello che utilizzano piccole antenne digitali a bassa potenza e basato sullo standard IEEE 802.15.4, simile allo standard IEEE 802.11 delle reti WiFi, ma più semplice ed economico. Le caratteristiche di forza di una rete ZigBee, che ne hanno determinato la scelta per il progetto, sono:

1. Basso consumo, in modo che ogni singolo nodo può avere un'altissima autonomia energetica;
2. Rete di tipo "mesh", ovvero che si auto-sostiene senza bisogno di Access Point (come per il WiFi);
3. Comunicazione punto-multipunto (rispetto al Bluetooth che permette solo comunicazioni punto-punto).

L'unità centrale 50 può convenientemente gestire più coppie di dispositivi 30,40, in modo da misurare contemporaneamente le inclinazioni di più comandi sulle due ali dell'aeromobile (cfr. figura 4).

L'inclinometro è costituito vantaggiosamente da un chip MEMS di precisione (Analog Device ADIS16209, 2 assi, 0.1% di precisione). La sigla MEMS sta per "Micro Electro-Mechanical Systems" ed indica un insieme di dispositivi di varia natura (meccanici, elettrici ed elettronici) integrati in forma altamente miniaturizzata su uno stesso substrato di silicio, in modo da coniugare le proprietà elettriche degli integrati a semiconduttore con altre proprietà opto-meccaniche.

L'utilizzo dello ZigBee è stato finora limitato ad applicazioni di domotica ed automazioni industriali; la sua applicazione in ambito aeronautico costituisce ulteriore elemento innovativo.

Anche la tecnologia MEMS non ha precedenti in ambito aeronautico, in quanto come sopra esposto le tarature sulle superfici mobili di un velivolo sono, in gran parte, basate sull'utilizzo di stadie e compassi meccanici.

Facendo riferimento alla Figura 5, ciascun dispositivo 30,40 è stato realizzato utilizzando una basetta elettronica (circuito stampato) sulla quale si trovano:

1. l'inclinometro MEMS;
2. radio ZigBee;
3. il microcontrollore con un microcodice che ne permette il funzionamento;
4. la batteria a ioni di Litio, con il relativo caricabatteria;
5. circuiti ausiliari.

La basetta elettronica è alloggiata in un piccolo contenitore.

Il funzionamento del dispositivo è come segue.

Quando il dispositivo 30,40 viene acceso, dopo una prima fase autodiagnostica, cerca di connettersi al nodo dell'unità centrale 50.

La rete, infatti, deve essere costituita da un certo numero di dispositivi e da un'unità centrale (PC), anch'essa equipaggiato di radio ZigBee (simile ad un USB-PenDrive).

Se il dispositivo trova il nodo del PC, si presenta (indicando S/N ed altre informazioni) e resta in attesa di comandi.

Il PC, una volta accesi tutti i dispositivi, ha la possibilità, tramite un software dedicato, di interrogare tutti i dispositivi visibili singolarmente, e quindi di conoscere gli angoli x-y di inclinazione rispetto a terra, da cui trarre le debite conclusioni.

Secondo l'invenzione, quindi un kit di rilevazione (figura 6) comprende un PC 50, almeno una coppia di dispositivi 30,40, forniti di rispettive antenne 31, 41, un ZigBee USB adapter 80, un adattatore AC 90, ed una cavo USB 70 (come sistema di comunicazione via cavo, in caso di malfunzionamento del sistema wireless). Il kit può essere convenientemente contenuto in una valigetta 60.

Con il kit ed il sistema secondo l'invenzione, è possibile misurare l'inclinazione dei flap di un aeromobile in modo sicuro, preciso e facile, poiché basta posizionare le coppie di dispositivi e accendere il PC 50, e tutte le misure verranno automaticamente effettuate (naturalmente, è richiesto un unico operatore in cabina che possa muovere il flap, verificare la misura effettuata dall'aeroplano e confrontarla con la misura mostrata dal PC 50), compresa la determinazione degli zeri. Non serve il montaggio di dispositivi meccanici o cablaggi e quindi il lavoro di preparazione/installazione diventa estremamente semplice.

La regolazione dell'escursione angolare dei flap

avviene invece tramite un dispositivo dedicato secondo l'arte nota, che si utilizza quando i dati rilevati indicano una differenza con quanto visualizzato nella cabina di pilotaggio.

In quel che precede sono state descritte le preferite forme di realizzazione e sono state suggerite delle varianti della presente invenzione, ma è da intendersi che gli esperti del ramo potranno apportare modificazioni e cambiamenti senza con ciò uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1) Sistema di rilevamento di escursioni angolari dei comandi di volo o "flap" di ali di aeromobili, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno una coppia di dispositivi (30, 40) comprendente un primo dispositivo (30) posizionabile su un flap (20) interno o esterno dell'ala di un aeromobile, ed un secondo dispositivo (40), posizionabile sul bordo di uscita della semiala di detta ala di un aeromobile in linea con detto primo dispositivo, ciascuno dotato di:
 - un inclinometro, e
 - un modulo di comunicazione wireless;
- una unità centrale di elaborazione (50) dotata di un modulo di comunicazione wireless (80) per comunicare singolarmente con detto primo e detto secondo dispositivo di detta almeno una coppia di dispositivi;

in cui detta unità centrale di elaborazione (50) è fornita ulteriormente di un modulo di acquisizione dati per l'acquisizione dei dati di inclinazione di detto primo e detto secondo dispositivo ed il loro confronto ai fini della determinazione dell'inclinazione del flap rispetto a detto bordo di uscita della semiala.

2) Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto modulo di comunicazione wireless è un modulo ZigBee (80).

3) Sistema secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno due

coppie di dispositivi (30,40), per la rilevazione contemporanea delle escursioni angolari dei flap interni o esterni.

4) Sistema secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto di comprendere quattro coppie di dispositivi (30,40) per la rilevazione contemporanea sia delle escursioni angolari dei flap interni che esterni.

5) Metodo di rilevamento e regolazione di escursioni angolari dei comandi di volo o "flap" di ali di aeromobili, caratterizzato dal fatto di comprendere l'utilizzo di:

- almeno una coppia di dispositivi (30, 40) comprendente un primo dispositivo (30) posizionabile su un flap (20) interno o esterno dell'ala di un aeromobile, ed un secondo dispositivo (40), posizionabile sul bordo di uscita della semiala di detta ala di un aeromobile in linea con detto primo dispositivo, ciascuno dotato di:
 - un inclinometro, e
 - un modulo di comunicazione wireless;
- una unità centrale di elaborazione (50) dotata di:
 - un modulo di comunicazione wireless (80) per comunicare singolarmente con detto primo e detto secondo dispositivo di detta almeno una coppia di dispositivi;
 - un modulo di acquisizione dati per l'acquisizione dei dati di inclinazione di detto primo e detto secondo dispositivo;

- un sistema di lettura automatizzato o da operatore del dato di escursione angolare visualizzato nella cabina di pilotaggio di detto aeromobile;
- un dispositivo dedicato per la regolazione dell'inclinazione di flap;

e dal fatto di eseguire le seguenti fasi successive per ciascuna coppia di dispositivi (30, 40):

- A. posizionare detto primo dispositivo (30) su un flap (20) dell'ala di aeromobile, e detto secondo dispositivo (40) sul bordo di uscita della semiala di detta ala di un aeromobile in linea con detto primo dispositivo;
- B. muovere il relativo flap fino a che entrambi detto primo e detto secondo dispositivo forniscono a detta unità centrale di elaborazione (50) lo stesso dato numerico di inclinazione;
- C. verificare che ci sia coerenza tra detto dato numerico di inclinazione ed il valore di zero proveniente da detto sistema di lettura automatizzato o da operatore con il flap nella posizione finale della fase precedente;
- D. nel caso in cui la verifica della fase C dia esito negativo, regolare l'inclinazione del flap con detto dispositivo dedicato, e ripetere le fasi da A a C fino a che la verifica della fase C dia esito positivo;
- E. muovere il flap in una posizione differente dalla posizione finale della fase precedente;
- F. confrontare, tramite detta unità centrale di elaborazione, il valore della differenza tra i

- valori forniti da detto primo e detto secondo dispositivo con il valore proveniente da detto sistema di lettura automatizzato o da operatore;
- G. nel caso in cui la verifica della fase F dia esito negativo, regolare l'inclinazione del flap con detto dispositivo dedicato, e ripetere le fasi da E a F fino a che la verifica dia esito positivo.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

CLAIMS

1) System for the detection of angular excursion of aircraft wing flaps, characterised in that it comprises:

- at least a pair of devices (30,40) comprising a first device (30) apt to be positioned on an internal or external flap of an aircraft wing, and a second device (40) apt to be positioned on the trailing edge of said aircraft wing in line with said first device, each being provided with:
 - an inclinometer, and
 - a wireless communication module;
- a central elaboration unit (50) provided with a wireless communication module suitable to communicate individually with said first and second device of said at least a pair of devices;

wherein said elaboration central unit (50) is further provided with an acquisition module for the acquisition of inclination data of said first and second device (30,40) and the comparison thereof to the end of determination of the flap inclination with respect to said trailing edge of said aircraft wing.

2) System according to claim 1, characterised in that said wireless communication module is a Zigbee module (80).

3) System according to claim 1 or 2, characterised in that it comprises at least two pairs of devices (30,40), for the concurrent measurement of the angular excursion of the external or internal flaps (20).

4) System according to claim 3, characterised in

- 2 -

that it comprises four pairs of devices (30,40) for the concurrent measurement of the angular excursions of both the internal and external flaps (20).

5) Method for the detection of angular excursion of the aircraft wing flaps, characterised in that it comprises the use of:

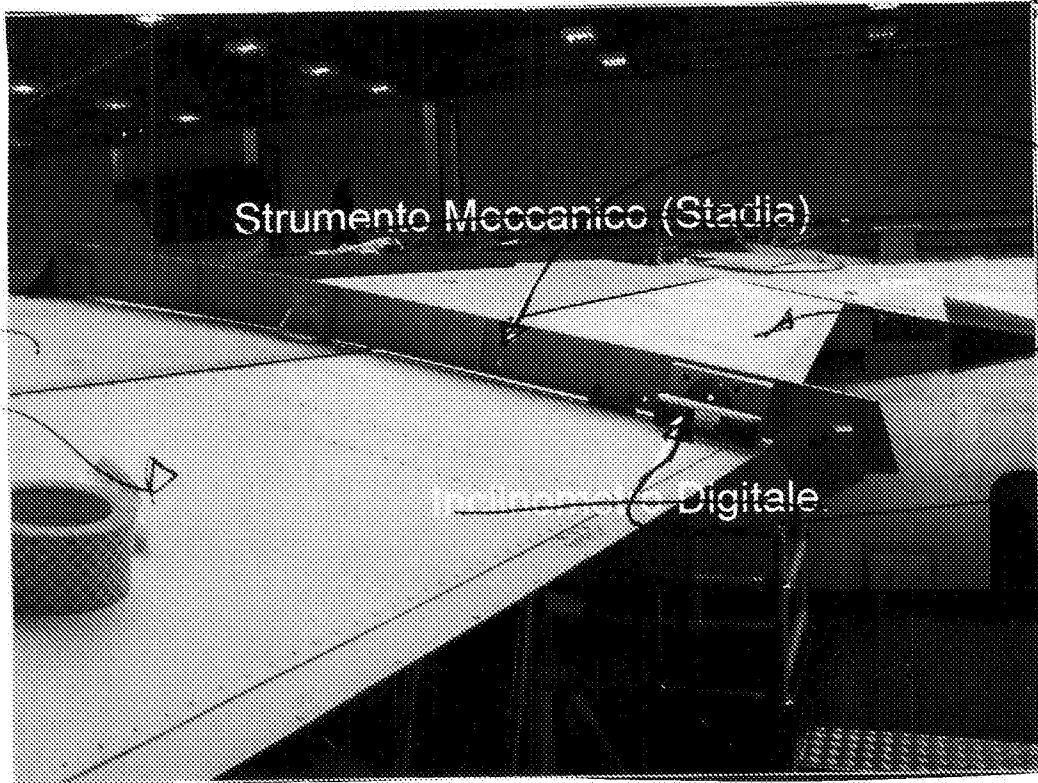
- at least a pair of devices (30,40) comprising a first device (30) apt to be positioned on an internal or external flap of an aircraft wing, and a second device (40) apt to be positioned on a trailing edge of said aircraft wing in line with said first device, each device of said at least a pair of devices being provided with:
 - an inclinometer, and
 - a wireless communication module;
- a central elaboration unit (50) provided with
 - a data acquisition module for the acquisition of inclination data of said first and second device;
 - an acquisition module for the acquisition of inclination data of said first and second device;
- a system for automated or operator reading of the angular excursion data as visualized in the cockpit of said aircraft ;
- a dedicated device for the tuning of the flap adjustment;

and in that it comprises the execution of the following subsequent steps for each device pair (30,40):

A. positioning said first device (30) on an aircraft

- wing flap, and said second device (40) on said trailing edge of said aircraft wing in line with said first device;
- B. moving the relevant flap (20) till both said first and second device (30,40) provide the same numerical inclination data;
 - C. verifying that there is coherence between said inclination numerical data and the zero value from said system for automated or operator reading of the angular excursion data with the flap in the final position of the preceding step;
 - D. in the case of the verification of step C is negative, adjust the inclination of the flap by said dedicated device, and repeat the step A to C till the verification of step C is positive;
 - E. moving the flap in a position different from the final position of the preceding step;
 - F. comparing, by said central elaboration unit (50), the value of the difference between the data provided by said first and second device with the value from said a system for automated or operator reading of the angular excursion data;
 - G. In the case the verification of step F is negative, adjust the inclination of the flap by said dedicated device, and repeat steps E to F until the verification is positive.

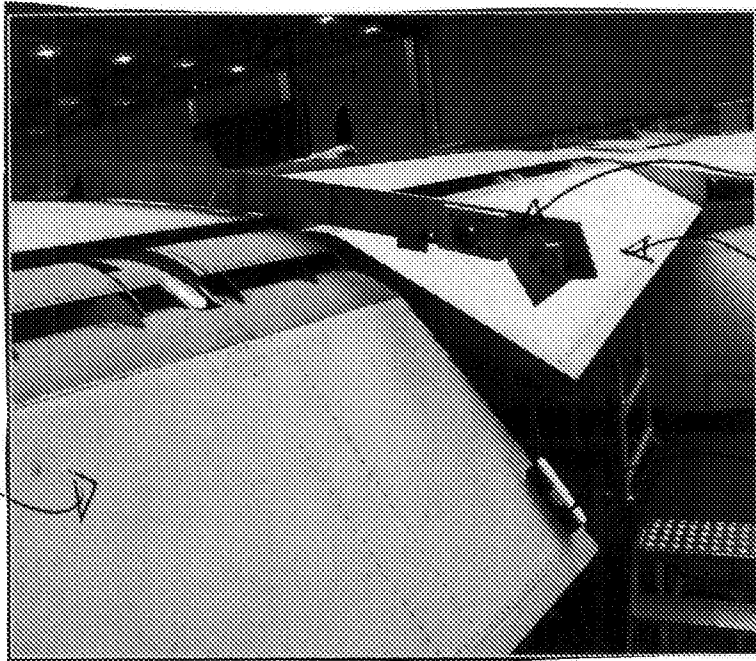
1/24



21
20

10
20
30

Fig. 1



20

10
20
30

Fig. 2

2/4

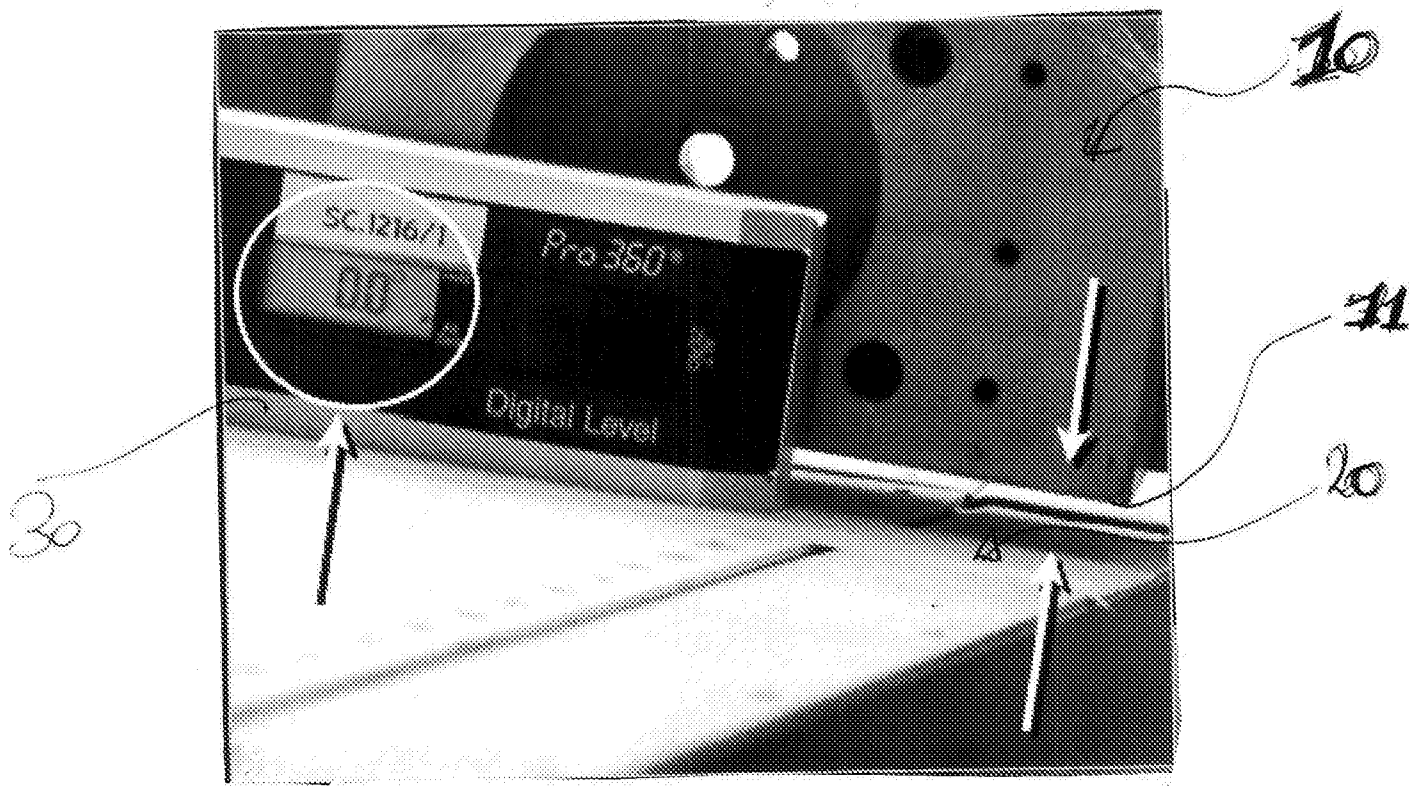


Fig. 3

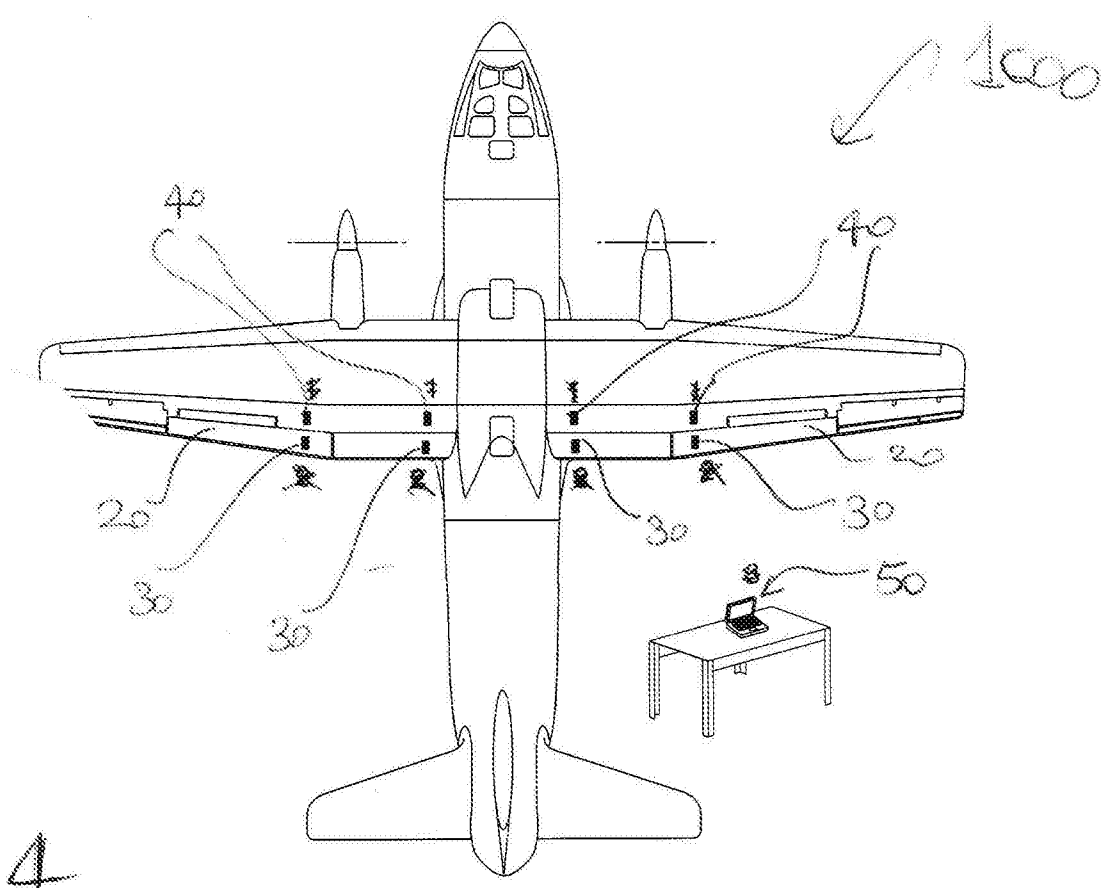


Fig. 4

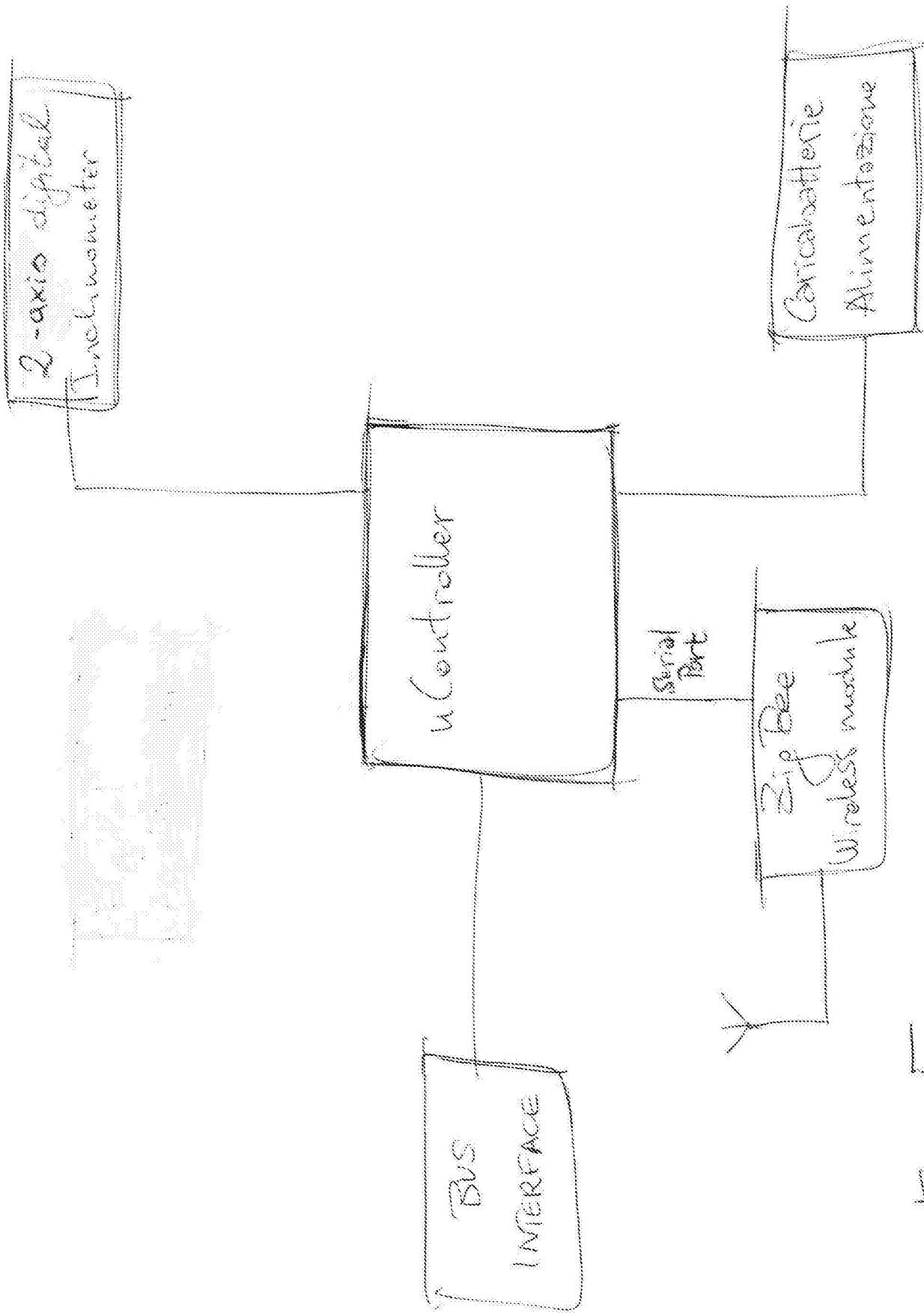


Fig. 5



COMPONENT MAINTENANCE MANUAL
DIGITAL WIRELESS PROTRACTOR DE 2011100

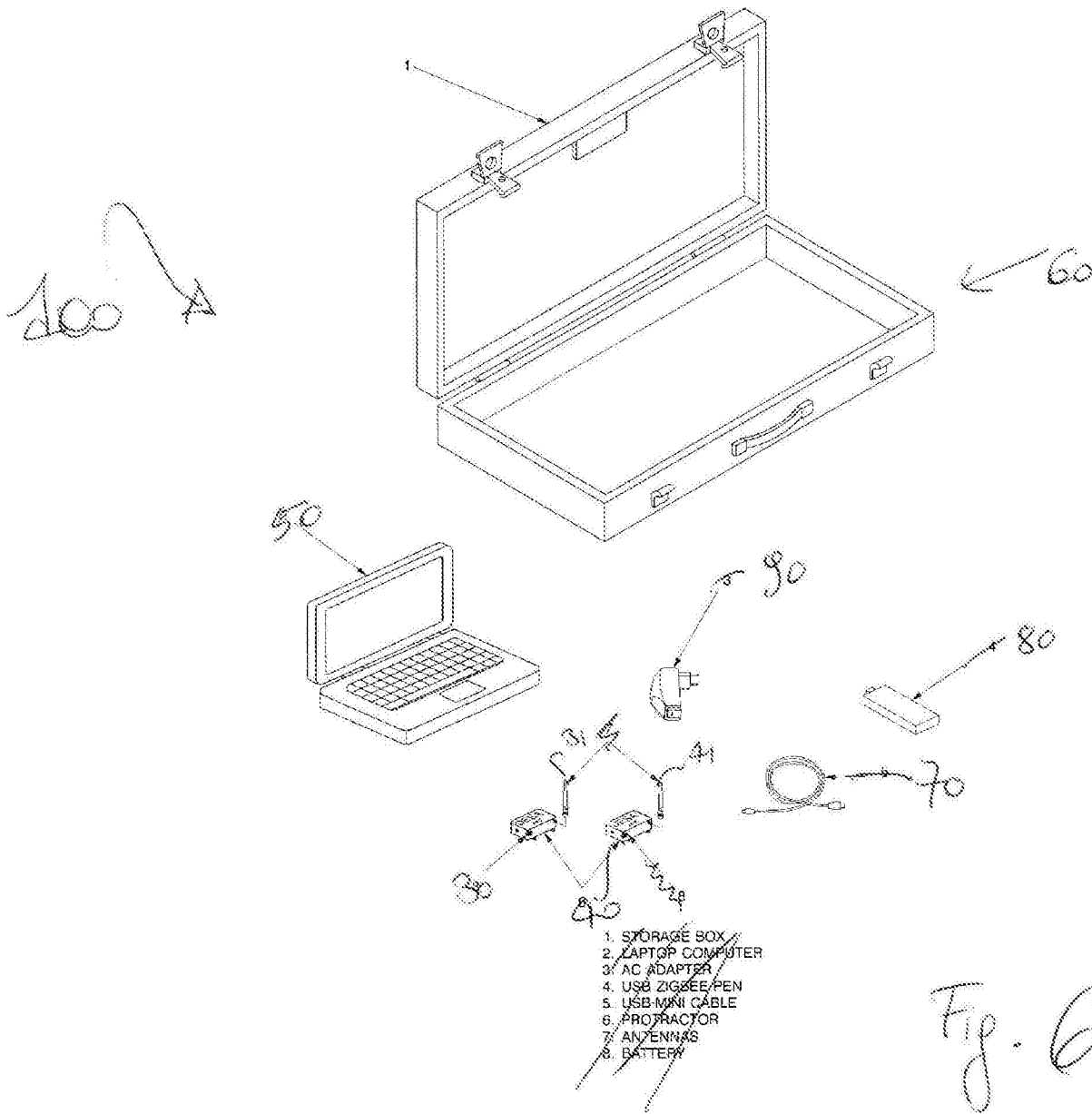


Figure 1: DIGITAL WIRELESS PROTRACTOR DE-2011100 Assembly