

TUTORIAL REGOLAZIONE PID SEMPLIFICATA BASE

Questa tutorial nasce dalla necessità di dettare alcune linee guida concettuali e pratiche per la calibrazione del PID nello specifico in Arducopter.

Per rendere comprensivo il tutto, tanti passaggi verranno semplificati anche con degli esempi banali, quindi credo venia ai controllisti.

Composizione Tutorial:

- (1) Teoria
- (2) Pratica

Ho suddiviso il tutto in due capitoli perchè pur essendo una procedura da campo preferisco dare una micro infarinatura su un sistema di controllo, questo per farvi capire concettualmente cosa state facendo, quindi senza seguire in modo scimmiesco una mia ricetta magica.

Ho cercato di dettare delle semplici regole tali da farvi comprendere cosa state facendo e come eventualmente (in modo autonomo) intervenire per risolvere i problemi.

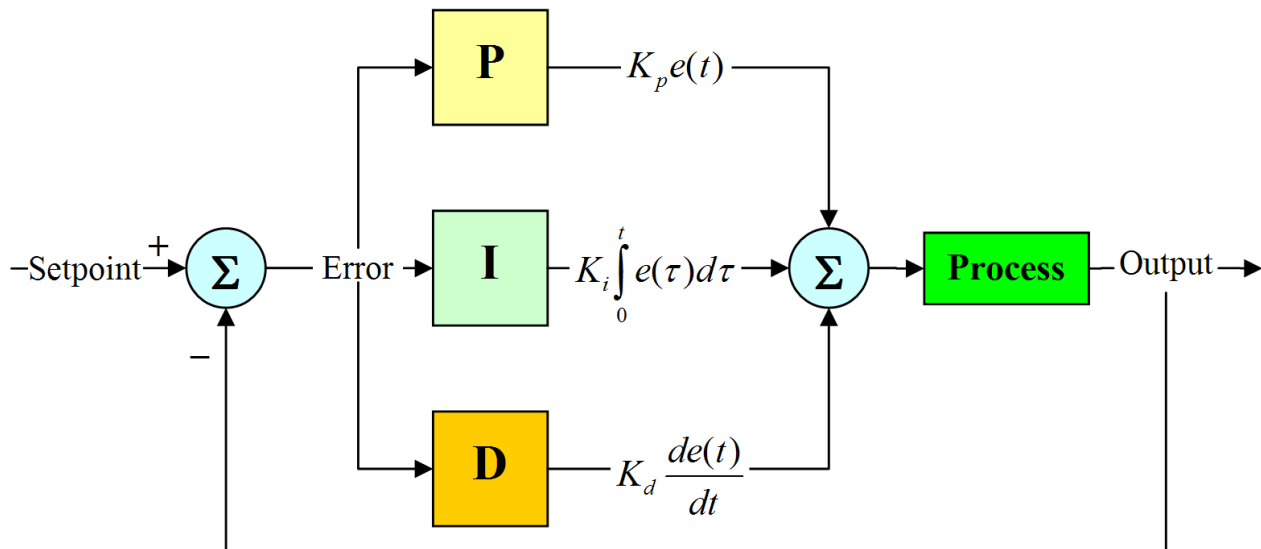
NOTA: Potete saltare la teoria ma essendoci pochi tecnicismi spero di renderla abbastanza scorrevole e non pesante.

(1) TEORIA

Tutte le FC in commercio dispongono di un sistema di controllo, ma cos'è un sistema di controllo? Immaginate una scatola nera a cui diamo degli input, (un comando da stick, la lettura di un sensore insomma qualsiasi evento generalizzato) a questi input in base ad un algoritmo interno (nel nostro caso Arducopter) vengono generati degli output elaborati e gestiti.

Es. La nostra auto entra in galleria e il sensore di luminosità registrerà un calo di illuminazione (input) il sistema di controllo accederà gli anabbaglianti (output)

Un Sistema di controllo (SC), quindi, effettua un controllo ciclico dei nostri input e genererà "n" output per mantenere il sistema in "equilibrio".



Questo diagramma di flusso è una tipica schematizzazione di un sistema di controllo.. Non state a guardare le formule matematiche guardate semplicemente il flusso.

Avete un input (setpoint) soggetto ad un errore, controllato dal PID , che genera un output, quest'output è retrazionato (torna indietro) per essere ricontrollato.

Quindi per esempio se diamo un comando di roll questo comando viene processato dal pid che decide che tipo di output deve essere generato e sparato fuori dal controllore.

Ora andiamo nello specifico delle 3 componenti del PID.

PID Acronimo di (Proporzionale Derivativo Integrativo) non spaventatevi dai nomi, voleno potete chiamarli anche Pippo Ivano e Daniele.. ma devo spiegarvi che effetto hanno singolarmente questi 3 elementi.

Per semplificare ulteriormente per il momento dimentichiamoci della "I" che riprenderò più in la nella spiegazione.

P= Proporzionale, questo parametro che andiamo a impostare indica al SC con che intensità deve intervenire a fronte di un input.

D= Derivativo, questo indica al nostro sistema quando deve interrompere l'azione del Proporzionale.

Esempio: Immaginiamo di essere su un rettilineo con un'auto dobbiamo raggiungere il punto B dal punto A il più rapidamente possibile, però arrivati al punto B dobbiamo fermarci esattamente sulla linea di arresto ne prima ne dopo, ora pensate la P come l'acceleratore e la D come il freno.

Quindi partite accelerando al massimo cambiate marcia fino ad arrivare ad un certo punto del percorso dove dobbiamo cominciare a decelerare scalare e inchiodare nel punto giusto.

Nella migliore delle ipotesi siamo così bravi a frenare e scalare nel momento giusto per fermarci esattamente sul punto B (PID OTTIMO), invece nella peggiore delle ipotesi o andiamo troppo veloci (troppo P) quindi i nostri freni (D) non basteranno a farci fermare, oppure inchiodiamo prima del dovuto (troppa D) e ci fermiamo addirittura prima rispetto al punto di arrivo .

Siccome il nostro SC è retrazionato e noi vogliamo fermarci esattamente nel punto B (considerando il caso

di aver superato il punto di arrivo) a questo punto ci tocca inserire la retromarcia dare gas (P) e poi intervenire sul freno (D).

Questo ciclo viene effettuato svariate volte finché l'auto non si arresta nel punto stabilito dal sistema di controllo.

Un PD(Proporzionale Derivativo) ottimo farà accelerare e frenare nel momento giusto.

Nel mondo dei multirotori i nostri input sono sostanzialmente tre, comandi volontari (pitch roll yaw missione) , disturbi (vento, perdita di quota ecc) , letture sensori.

Tenete presente che la nostra scheda di controllo ha come unico scopo nella vita raggiungere il punto di equilibrio per cui è stata programmata, quindi su tutti i nostri SC si impegneranno a rimanere orizzontale al suolo (Stabilize).

Ora concettualmente riportiamo quanto sopra applicato con l'auto al nostro drone relativamente ad un comando volontario tipo il roll.

Con gli stick diamo un roll tutto a destra il drone seguirà il comando finché non lasceremo lo stick, appena mollato il SC in base alla P impostata avrà una reazione per raggiungere l'orizzonte in bolla, appena si avvicinerà al punto di equilibrio interverrà la D che smorzerà (frenerà) il movimento per fermarsi esattamente sull'orizzonte. Tutto questo accade con un PD ottimo, se non è ottimo cosa succede? Abbiamo due casistiche:

-P bassa (una P bassa produce una lenta risposta quindi vedrete un galleggiante che cerca con calma di raggiungere l'orizzonte)

-P alta (una P alta produce delle auto oscillazioni, questo perché il punto di equilibrio (in questo caso il nostro orizzonte) verrà sempre superato positivamente o negativamente e siccome abbiamo un sistema retrazionato il controllore sparirà in output dei valori sempre e comunque eccessivi che magari la nostra D (bassa) non riuscirà a contrastare.

Breve accenno alla I "integrale" la I serve al nostro sistema a indicare con che velocità il sistema deve tornare in equilibrio a fronte di una perturbazione esterna come può essere il vento.

Voi siete fermi in aria ad un certo punto il vostro modello è colpito da una raffica e verrà ruotato. La I serve a intervenire e riposizionare il modello dov'era.

Di regola la "I" deve essere sempre uguale alla "P" quindi se abbiamo P 0.80 la I sarà 0.80.

(2) PRATICA

Okey forti della teoria appena studiata ☺ partiamo con la pratica in arducopter.

Prerequisiti:

- Mission Planner
- Saper configurare il Canale 6 nella schermata PID con il relativo range.

Posizioniamoci in campo aperto sarebbe ottimale non avere vento.

Partendo dal pid di default andiamo a trimmerare il Rate Roll/Pitch kP dal CH6 impostando un range 0,6 a 1,8 tenete conto che questi sono valori un po estremi quindi con 0,6 avrete un quad addormentato e 1,8 estremamente incazzato a tal punto da ribaltarsi.

Prima di decollare in hovering accertatevi con un refresh della schermata pid che il parametro al variare della manopola cambi correttamente su tutta la sua escursione.

Posizionatevi a metà della corsa e decollate.

Ora dovete decidere cosa volete tarare per prima o pitch o roll, questo è importante per mezzi asimmetrici come lo squid o tbs.

1) Paritiamo con tarare il roll (Rate Roll P).

- Posizionatevi in hovering e date colpetti di roll a destra e sinistra fatelo manipolando il ch6 finche non vedrete che dopo aver dato con lo stick un affondo di roll il modello si stabilizza e tende ad autoscillare di poco. Per “tende” intendo non autooscillazione di qualche secondo ma di mezzo secondo e non di piu.
- A questo punto atterriamo colleghiamo MP e leggiamo il nostro valore di Rate_P , annotiamo da qualche parte (esempio 0.850) .

2) Tarare il Pitch

- Ora dimentichiamoci del roll e facciamo quanto fatto nel punto 1) con il pitch atterriamo e annotiamo anche questo nuovo valore di Pitch (Rate Pitch P) (esempio 0,950)

In questo modo abbiamo due valori di Rate P (Roll e Pitch).

SALVATAGGIO PARAMETRI:

- Posizionate il CH6 su None
- Premere il pulsante Write Params
- Refresh Screen
- deselezionate il flag “Lock Pitch and Roll Values”
- Settate il Rate Roll P : a (es. 0.85) e Rate Pitch P a (es.0.95)
- Premere il pulsante Write Params

The screenshot shows a PID tuning interface with the following sections:

- Stabilize Roll:** P = 4.5000
- Stabilize Pitch:** P = 4.5000
- Stabilize Yaw:** P = 3.9000
- Loiter PID:** P = 1.2000
- ☐ Lock Pitch and Roll Values
- Rate Roll:** P = 0.8500, I = 0.1100, D = 0.0070, IMAX = 500.0
- Rate Pitch:** P = 0.9500, I = 0.1100, D = 0.0070, IMAX = 500.0
- Rate Yaw:** P = 0.1500, I = 0.0150, D = 0.0000, IMAX = 10.0
- Rate Loiter:** P = 1.0000, I = 0.5000, D = 0.0000, IMAX = 10.0
- Throttle Accel:** P = 0.7500, I = 1.5000, D = 0.0000, IMAX = 5.0
- Throttle Rate:** P = 6.0000
- Altitude Hold:** P = 1.0000
- WPNav (cm's):** Speed = 500.0, Radius = 200.0, Speed Up = 250.0, Speed Dn = 150.0, Loiter Speed = 500.0
- Ch6 Opt:** None
- Min:** 0.0700, 0.1400
- Ch7 Opt:** Land
- Ch8 Opt:** RTL
- Buttons:** Write Params, Refresh Screen

Ora è il momento di trimmerare il RateD su i piani Roll e Pitch come si fa?

basta rifare la procedura con il ch6 questa volta impostando come ch6 Rate Roll/Pitch kD con un range che varia da 0,00XX a 0,0090 (occhio agli 0 dopo la virgola)

Nota: 0,00XX è il valore di default che avete utilizzato fin ora che vi servirà come base di partenza.

Quindi per trimmerare la D del Roll , posizionate il ch6 al minimo in questo modo vi troverete nell'esatta condizione di quando avete trimmerato il roll kP.

Decollate e dando dei colpetti con gli stick vedrete le vecchie piccole autoscillazioni, non vi resta che aumentare pian piano con la manopola il ch6 finche queste autooscillazioni non spariranno .

Atterrate e leggete il parametro Rate Roll D (segnatelo da qualche parte) (es 0.0072)

Nuovamente ch6 al minimo ridecollate e date colpetti di pitch finchè non vedete svanire le autooscillazioni , atterrate e leggete il nuovo parametro Rate Pitch D (es. 0.0080)

Rieseguite la procedura di salvataggio precedente:

Stabilize Roll
P 4.5000

Stabilize Pitch
P 4.5000

Stabilize Yaw
P 3.9000

Loiter PID
P 1.2000

☐ Lock Pitch and Roll Values

Rate Roll
P 0.1030
I 0.1100
D 0.0072
IMAX 500.0

Rate Pitch
P 0.1030
I 0.1100
D 0.0080
IMAX 500.0

Rate Yaw
P 0.1500
I 0.0150
D 0.0000
IMAX 10.0

Rate Loiter
P 1.0000
I 0.5000
D 0.0000
IMAX 10.0

Throttle Accel
P 0.7500
I 1.5000
D 0.0000
IMAX 5.0

Throttle Rate
P 6.0000

Altitude Hold
P 1.0000

Ch6 Opt None
Min 0.0700 0.1400

Ch7 Opt Land

Ch8 Opt RTL

WPNV (cm/s)
Speed 500.0
Radius 200.0
Speed Up 250.0
Speed Dn 150.0
Loiter Speed 500.0

Write Params Refresh Screen

Bene, salvate tutto come descritto precedentemente, in questo modo avrete un mezzo molto reattivo.

Personalmente preferisco una volta individuati questi parametri, di variarli negativamente di un 5% perchè il pid potrebbe variare in base al carico e condizioni climatiche.

Calcolate il 5% dei valori di RATE ROLL e PITCH P e D e sottraete al PID in questo modo avrete un modello un filino meno reattivo ma per ovviare a questo impostate sul CH6 Stab_Roll/Pitch kP con un range compreso tra 3,5 e 8 .

Stab_Roll/Pitch potete considerarlo come un moltiplicatore dei parametri RATE precedentemente trovati.. in questo modo potete mantenere sul ch6 una specie di selettore di guida con le modalità CONFORT - SPORT – PISTA

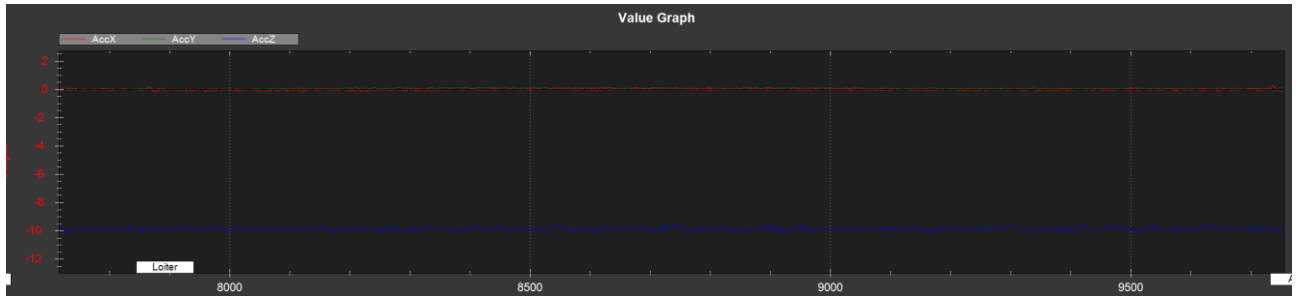
Note:

1) Ricordatevi che i PID Cambiano da configurazione a configurazione, anche solo una modifica di pochi grammi o addirittura la presenza o assenza di vento potrebbe far variare notevolmente i settaggi di P e D, quindi è inutile chiedere ingiro i pid perchè non avrete mai risultati ottimali.

2) Questa è da reputarsi una guida puramente didattica, sta a voi conoscere i vostri limiti e quelli del vostro modello. Spingere troppo in alto i pid non significa avere prestazioni migliori anzi, si rischia di sovradimensionare il SC e creare instabilità intrinseche (tradotto: cappottamenti in volo)

3) La regolazione della D è strettamente legata alle vibrazioni. L'azione Derivativa amplifica la presenza di vibrazioni.

Sarebbe ottimale avere vibrazioni pari a :



Buon diverimento.

Gianvito