PROJECT WORK di Olga Natella matricola: 0612201441

SINGLE LOOP CUSTOM	1) effettua il <i>tuning</i> ottimale per un controllore P ideale
PROCESScon Process Model = Disturbance	2) simula la risposta dinamica "ad anello chiuso" a seguito di una variazione nel disturbo a rampa limitata , di un valore "a piacere" <u>"a salire"</u>
Model	3) commenta i risultati
avente una FdT del 1°	
ordine,	
con parametri "a piacere"	

 Ci viene richiesto di effettuare il tuning ottimale per un controllore *P-only* ideale. Come suggerito, si utilizza il SINGLE LOOP CUSTOM PROCESS (con *Process Model = Disturbance Model*) avente FdT del 1° ordine. Prima di tutto facciamo click su *Save* per avviare la registrazione dati dopodiché andiamo a settare i parametri del *Process Model* e del *Disturbance Model* in modo da ottenere quanto richiesto. Entrando in *Tasks*, selezioniamo *Construct Process Model* e imponiamo:

🍕 Custom Process Input Form

Overdamped Linear Model

Self-Regulating (Stable) Process

Process Gain (Kp)= 1.0

First Time Constant Tp1= 10.0

Second Time Constant Tp2= 0.0

Third Time Constant τp3= 0.0

Lead Time $\tau_{pL} = 0.0$

Dead Time $\Theta p = 0.0$

Construct Process and Disturbance Models Disturbance Model Process Model Zeros and Spans T . Overdamped Linear Model -Self-Regulating (Stable) Process Laplace Domain Time Domain Υ General Model Form $K_P(\tau_{PL}s+1)e^{-\theta_Ps}$ $PV = \frac{K_{p}(\tau_{p1} s + 1)e^{-sps}}{(\tau_{p1} s + 1)(\tau_{p2} s + 1)(\tau_{p3} s + 1)}CO$ Process Gain, K_P 10 PV/CO First Time Constant, TP1 10.0 time units Current Process Model Second Time Constant, τ_{P2} time units 0.0 $PV = \frac{1.0}{(10.0s+1)} CO$ Third Time Constant, τ_{P3} time units 0.0 Lead Time, τ_{PL} 0.0 time units $\mathsf{Dead}\,\mathsf{Time}, \Theta_\mathsf{P}$ 0.0 time units 0.1 time units Equation Solver Step Size - 11-1.0 Controller Sample Time time units <u>D</u>one <u>C</u>ancel Strip Chart Data Spacing 0.1 time units l Small I I Large

 \times

Ripetiamo lo stesso

procedimento anche per il Disturbance Model e imponiamo:

Overdamped Linear Model

Self-Regulating (Stable) Process

Process Gain (KD)= 0.8

First Time Constant TD1= 10.0

Second Time Constant TD2=0.0

Third Time Constant TD3 = 0.0

Lead Time $\tau_{DL} = 0.0$

Dead Time $\Theta D = 0.0$

Process Model		Disturbance Model	Zeros and Spans
Overdamped Linear Model	•		
Self-Regulating (Stable) Distu	rbance 💌	Laplace Domain General Model Form	Time Domain
Disturbance Gain, K_D First Time Constant, τ_{D1} Second Time Constant, τ_{D2} Third Time Constant, τ_{D3} Lead Time, τ_{DL} Dead Time, Θ_D	0.8 PWD 10.0 time un 0.0 time un 0.0 time un 0.0 time un 0.0 time un	$PV = \frac{k}{(\tau_{D1} s + \frac{k}{s})}$ its Current Process Model its	$\mathbf{v} = \frac{0.8}{(10.0s+1)} \mathbf{D}$
<u>D</u> one	Cancel S	uation Solver Step Size	0.1 time ur

Possiamo verificare facilmente dalla schermata principale che i paramentri da noi assegnati sono stati implementati con successo.

Process Model								
D/ _	1	CO						
PV = -	(10s+1)	0						
Distu	Disturbance Model							
m	0.8							
PV = -	(10s+1)	- 0						

Adesso è possibile effettuare il tuning del controllore . Per prima cosa , basandoci sul metodo della curva di reazione, si effettua uno *Step Test* assumendo una variazione a gradino del *Controller Output* (ciò è possibile perché ci troviamo in modalità manuale) . Basta cliccare sulla casella relativa a *Controller Output* ed inserire in corrispondenza della voce ''Step Controller Output To'' il valore desiderato, in questo caso abbiamo assunto il valore 65.5 al posto di 50.0 che viene dato di default.

🖇 Controller Output 🛛 🗙									
Step	Oscillate	Ramp	PRBS						
	Step Controller Output								
Current (Controller Output Valu	ie 50.0	-						
Step Cor	ntroller Output To:	65.5	-						
	<u>D</u> one	<u>C</u> ancel							

Avviamo il processo e fermiamoci fino al raggiungimento di un nuovo stato stazionario; otteniamo il seguente grafico che rappresenta la risposta a gradino:



Dopo aver ottenuto ciò entriamo nel modulo *Design Tools*; seguendo i passaggi richiesti dal programma andremo ad inserire un file di testo in cui sono riportati tutti i dati relativi allo *Step Test* effettuato. Successivamente andremo a scegliere tra i vari modelli presenti per il nostro processo quello FOPDT (*First Order Plus Dead Time*).

🎸 Select Model							
Select Process Model ? FOPDT (First Order Plus Dead Time) SOPDT (Second Order Plus Dead Time) SOPDT with Lead Time FOPDT Integrating SOPDT Integrating SOPDT Underdamped							
Advanced Model Fitting Options							
Done	<u>C</u> ancel						

Arrivati a ciò possiamo finalmente effettuare il fitting tramite apposito pulsante presente sulla barra. Otterremo alla fine un grafico che il programma ha ideato in modo da

ottenere una curva con SSE quanto più basso possibile. Il grafico in questione è riportato in basso.



I parametri ottenuti dal programma tramite formule IMC sono i seguenti:

Process Gain = 0.9999

Time Constant = 9.891 sec

Dead Time = 0.5405 sec

Il programma farà presente che il valore di *Dead Time* (0.5405) è inferiore rispetto al valore *del Sample Time* (1.0) ma ci darà la possibilità di far fronte a questo problema nella scelta del tipo di controllore in modo da renderlo stabile.

Prima di tutto selezioniamo un controllore del tipo *P-only* così come richiesto nella traccia. Otterremo un *PID response* così come presente nel grafico a sinistra dei parametri:

N S	100el Parameters	PID Respo	nse	Dependent, Ideal PID							
5 6 a	0.75		IMC	Tuning Cor	relation	Kc		τ _I (sec)	$\tau_{\rm D}({ m sec})$	α	
SV A				P-Only	-	•	3.30				
5				PI		(0.908	9.89			
	53 - []			🗖 PID			1.00	10.4	0.476		
	52 -			PID with Filt	er	().954	10.4	0.476	0.954	
8	50	25 30 35 40 conds)	Close	d Loop Time C 9.89	Constant (sec)	' Ag	gressive	· · · · · ·		, , ,	
atistics		Stability Factor	Settling Time (sec)	Percent Overshoot	Decay Ratio	CO Travel (%CO/hr)	IAE	ITAE	Advanced	PID Designer	
5	P-Only	2.26	N/A	N/A	N/A	472	11.3	240		ut Maina	
	PI	4.13	34.9	N/A	N/A	83.5	10.7	146	Measureme None	O Small	
bility	PID	4.24	33.5	N/A	N/A	98.4	10.2	136	C Mediu	m C Large	
Star	PID with Filter	4.15	34.1	N/A	N/A	88.1	10.7	143		- 2-	

Ma facendo click col tasto destro del mouse sul punto esclamativo in alto a destra, il programma ci permetterà di aggiustare il *Dead Time* scegliendo quello calcolato durante il fitting.



A questo punto *il PID Response* varierà e otterremo questo:

Мс 51.0	odel Parameters	PID Respo	nse	Dependent, Ideal PID							
50.7			IMC	Tuning Cor	relation	Kc		τ _I (sec)	$\tau_{\rm D}({ m sec})$	α	
2 50.2	Ĩ /			P-Only			3.30				
50.0				PI		(0.908	9.89			
5	53			PID			1.00	10.4	0.476		
5	sz 🖡 \			PID with Filt	er	(0.954	10.4	0.476	0.954	
	50	25 30 35 40 conds)	τ _c =	d Loop Time (9.89	Constant (sec)	' Ag	, jgressive)	' Co	' ı Inservative	
atistic		Stability Factor	Settling Time (sec)	Percent Overshoot	Decay Ratio	CO Travel (%CO/hr)	IAE	ITAE	Advanced	PID Designer	
8	P-Only	2.26	N/A	N/A	N/A	472	11.2	240			
	PI	4.13	35.9	N/A	N/A	80.9	10.6	148	Measureme None	C Small	
bility	PID	4.24	34.5	N/A	N/A	91.2	10.2	139	C Mediur	n CLarge	
to a	PID with Filter	4.15	35.1	N/A	N/A	82.0	10.7	146		3-	

Quello rappresentato nell'immagine precedente è un controllore del tipo *Moderate* ma il programma ci permette di scegliere anche un controllore *Conservative o Aggressive* mostrandoci i relativi parametri. Vengono riportati qui di seguito:

M	lodel Parameters	PID Respo	nse			deal PID				
5	1.00									
°5 ₅0	150 -		IMC	Tuning Cor	relation	Kc		τ _I (sec)	$\tau_{\rm D}({ m sec})$	α
NA a	125			P-Only		•	8.32			
50				PI			5.23	9.89		
4	57.5			PID			7.48	10.4	0.476	
	55.0			PID with Filt	ter		5.50	10.4	0.476	0.495
9 1	8 52.5 - 50.0			Closed Loop Time Constant $\tau_c = 0.890$ (sec)			Aggressive		Conservative	
atistics		Stability Factor	Settling Time (sec)	Percent Overshoot	Decay Ratio	CO Travel (%CO/hr)	IAE	ITAE	Advance	PID Designer
5	P-Only	1.41	N/A	N/A	N/A	1340	5.31	110		
	PI	1.73	8.55	0.0458	N/A	820	1.89	11.0	Measurem None	O Small
bility	PID	1.57	8.37	2.35	N/A	1330	2.01	15.8	C Mediu	m O Large
Stal	PID with Filter	1.77	9.17	1.97	N/A	767	2.42	18.3		
								Data File:	work project Nate	lla txt

Model Parameters PID Response				Dependent, Ideal PID						
50.75 to 50.50 50.25 50.25				IMC Tuning Correlation			K _c τ _I (sec)		τ _D (sec) α	
	50.00 51.25 51.00 50.75			PI PID PID with Filter			0892 0941 0937	9.89 10.4 10.4	0.476 0.476	1.04
C	50.50 50.25 50.00 0 5 10 15 20 Time (Se	25 30 35 40 conds)	μμ Close	d Loop Time C 110	Constant (sec)	Ag	' gressive	1 1		onservative
atistics		Stability Factor	Settling Time (sec)	Percent Overshoot	Decay Ratio	CO Travel (%CO/hr)	IAE	ITAE	Advanced	PID Designer
5	P-Only	3.71	N/A	N/A	N/A	166	19.9	446		
	PI	13.2	336	N/A	N/A	10.2	105	10300	Measureme None	C Small
bility	PID	13.4	335	N/A	N/A	10.2	105	10300	C Mediu	m O Large
Star 1	PID with Filter	13.2	336	N/A	N/A	10.2	105	10300		
								Data File:	work project Nate	lla.txt

Come si evince dai grafici riportati a sinistra dei due tipi di controllori, quello di tipo aggressivo dà una risposta immediata ma molto oscillatoria mentre quello conservativo dà una risposta graduale e lenta impiegando appunto troppo tempo. Si preferisce dunque optare per il controllore di tipo moderato.

Adesso attraverso la funzione *Implement* andiamo appunto ad implementare i paramentri ottenuti all' interno del nostro controllore. Scegliamo di implementare i paramentri nel *Single Loop Process* e andando in *Export Controller Tuning Parameters* facciamo click in corrispondenza del controllore *P-Only* che è quello richiesto dalla traccia. Possiamo facilemente verificare che i parametri siano stati correttamente implementati andando a cliccare sul controllore : noteremo che il Kc del controllore calcolato in precedenza (ovvero 3.30) è effettivamente diventano il Kc del nostro controllore ed inoltre gli *Integral e Derivative*

🔇 Controller De	esign Pro		×
Controller			
Manual Mo	ode		▼ ?
Sample	lime, T	1.0	
Set Poin	t, SP	65.5	PV units
Bias (nul	l value)	65.5	CO units
- Specify PID C Non-Adapti	ontroller Paramo ve C Adaptivo	eters:	
Select PID Co	ontroller:		
Proportiona	I Action:		
Reverse	e Acting (K _C > 0)	O Direct Actin	g (K _c < 0)
		3.301	CO/PV
Proporti	onal on Error, e = 9	SP - PV	
- Integral Act	tion:		
COn	● Off		
		10.0	time units
- Derivative a	Action:		
C On	 Off 		
		0.0	time units
Derivati	ve on Measureme	nt, PV	
Derivative	Filter:		
C On	 Off 		
		0.0	
Alarm:	High 99.0	Low 1.0	PV units
	Done	Cancel	

Actions risultano spenti così come avevamo richiesto avendo scelto un controllore del tipo P-Only in cui rimane attivo solo il Proportional Action.



2) Possiamo adesso verificare il tipo di risposta dinamica in caso di chiusura dell'anello andando ad impostare il controllore da tipo manuale a PID.



Come si può vedere dalla schermata principale l'anello è stato chiuso ed infatti non è più possibile effettuare variazioni a livello del controllore ma possiamo far variare solo il *Set Point* e il *Disturbance*.

Infatti ci viene richiesto proprio di far variare il disturbo (caso tipico del *Regulator Problem* in cui è appunto la variabile disturbo a variare mentre abbiamo un *Set Point* costante) con una rampa limitata. Cliccando su *Disturbance* si apre una finestra in cui andremo a far variare la *Ramp Rate* di un valore a piacere, assumiamo ad esempio 0.8

🔇 Disturi	oance		×
Step	Oscillate	Ramp	PRBS
	Ramp Conti	oller Outpu	Jt I
Initial Va	lue	50.0	
Ramp Ra	ate	0.8	/time units
Final Val	ue	100.0	
	<u>D</u> one	<u>C</u> ano	cel

Avviamo la registrazione dei dati e fermiamo il tutto al raggiungimento dello stato stazionario. La risposta dinamica che otteniamo è la seguente.





Si nota che , come ovvio che sia , avremo la presenza di *Off Set;* questo perché il controllore preso in considerazione è *P-only* che sicuramente è il più semplice tra i controllori e che non introduce ritardi nella risposta ma che purtroppo presenta *Off Set*. Per eliminarlo potremmo in alternativa usare un controllore di tipo *PI*.