

Blocco PID Multisim

Il circuito in **fig. 1** è da pilotare nel range 0 – 10 V con la massima velocità.

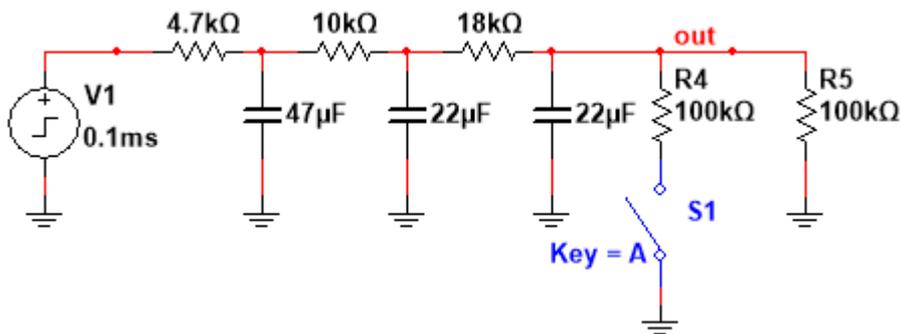


Fig. 1. Circuito da pilotare, con generatore e carico.

La resistenza R5 rappresenta l'impedenza di ingresso del carico, mentre R4 simula un eventuale disturbo occasionale che si accoppia con il circuito stesso.

Ritardi ed errori di assestamento

Applicando un gradino da 10 V in ingresso, la tensione di uscita impiega più di 3 s per assestarsi a circa 7,5 V, con un errore statico del 25% rispetto al valore desiderato (**fig. 2**).

$$\varepsilon_r = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{in}} \cdot 100 = \frac{7,5 \text{ V} - 10 \text{ V}}{10 \text{ V}} \cdot 100 = -25\%$$

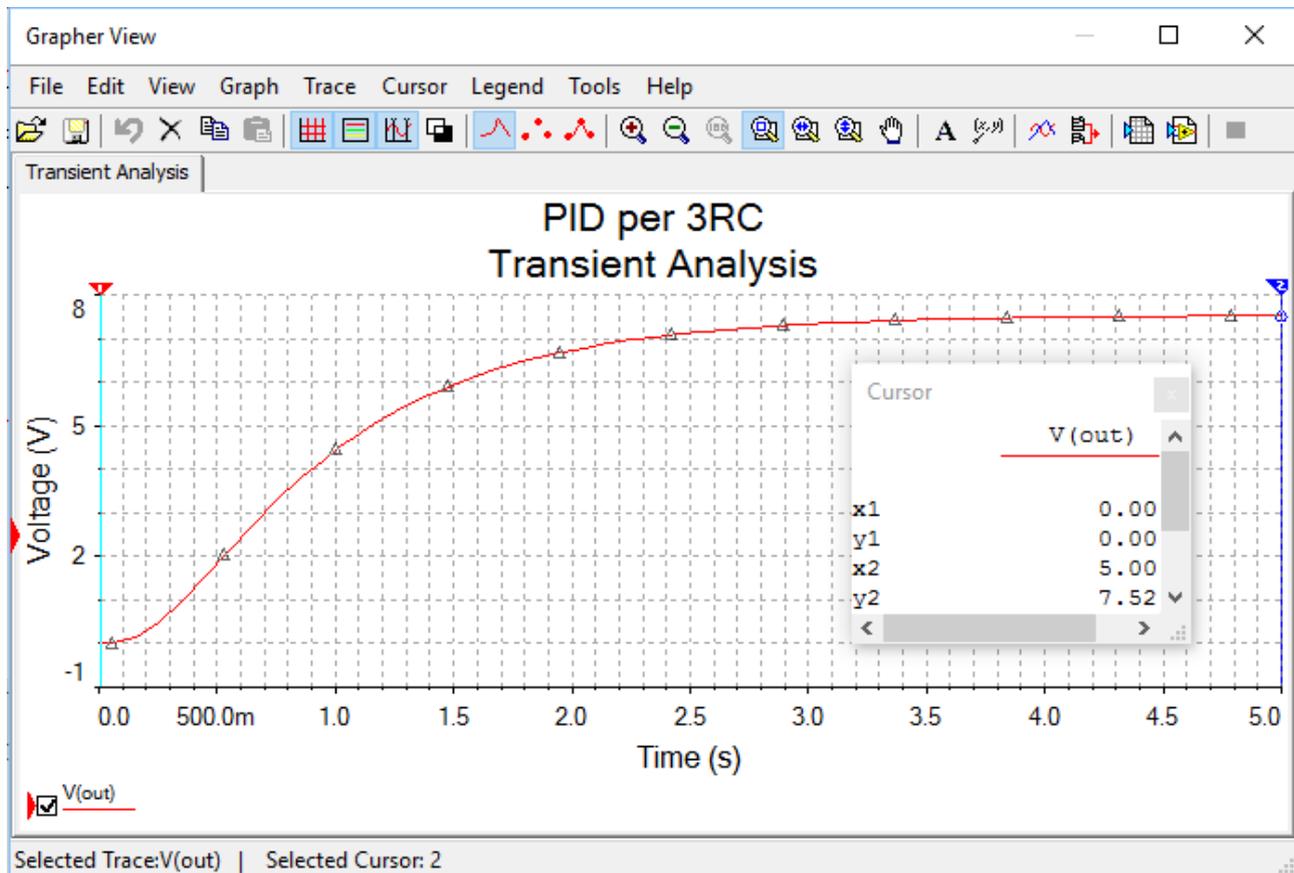


Fig. 2. Analisi transient.

Chiudendo l'interruttore S1 per simulare l'intervento del disturbo casuale, la tensione di uscita si porta a 6 V (fig. 3), aggiungendo un ulteriore 15% all'errore di scostamento.

$$\varepsilon_r = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{in}} \cdot 100 = \frac{6 \text{ V} - 10 \text{ V}}{10 \text{ V}} \cdot 100 = -40\%$$

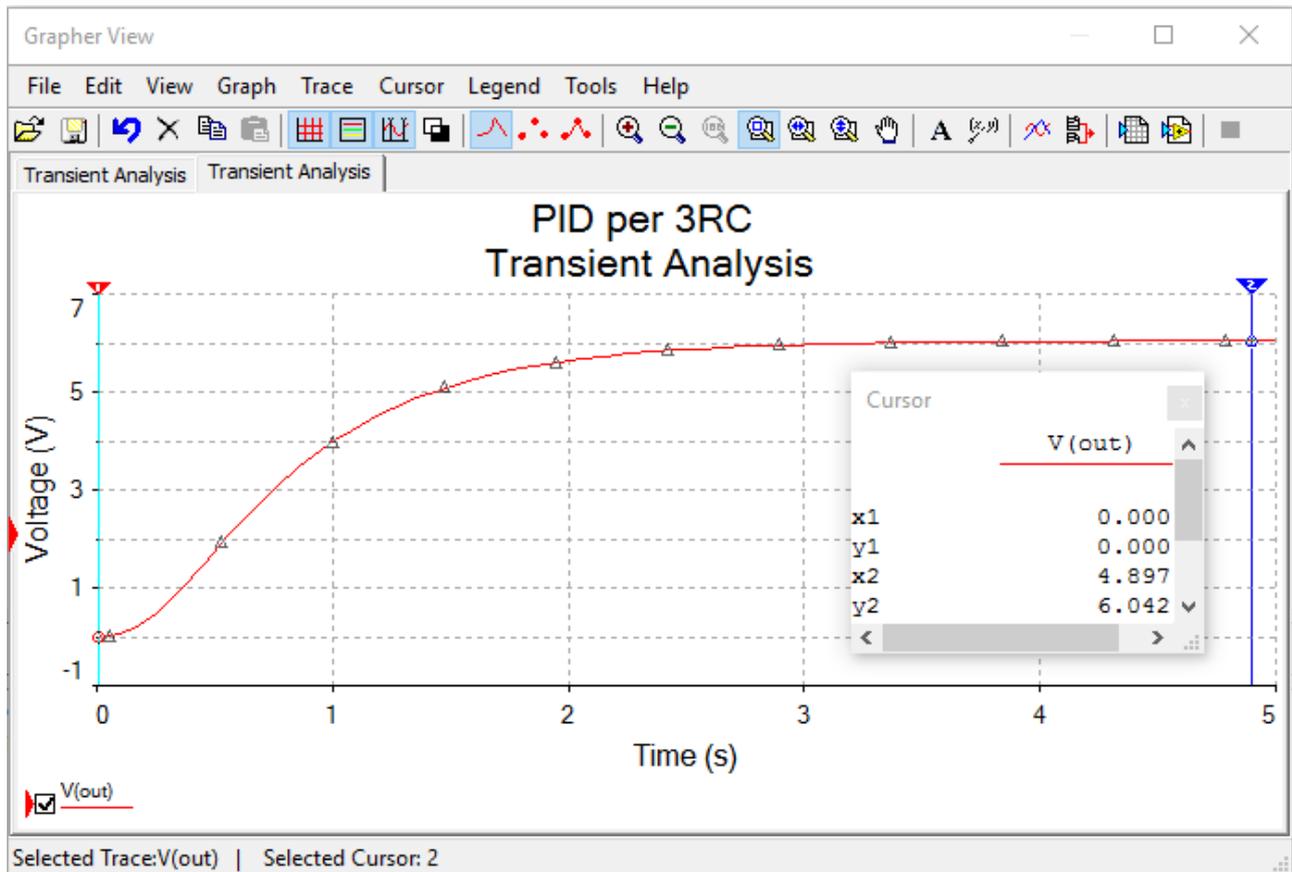


Fig. 3. Incidenza del disturbo occasionale.

Regolatore PID

Per velocizzare la risposta e recuperare l'errore, bisogna introdurre una retroazione negativa su un regolatore con dinamica di uscita più alta del 10 V di set point, per esempio un PID con tensione di uscita massima (*Output voltage upper limit*) fino a 20 V.

Inoltre, per osservare anche l'andamento della reazione al disturbo durante l'analisi transient, si sostituisce il contatto manuale con uno comandato in tensione (Basic → SWITCH → VOLTAGE_CONTROLLED_SPST) azionato da un generatore con fronte da 5 V con ritardo 3 s.

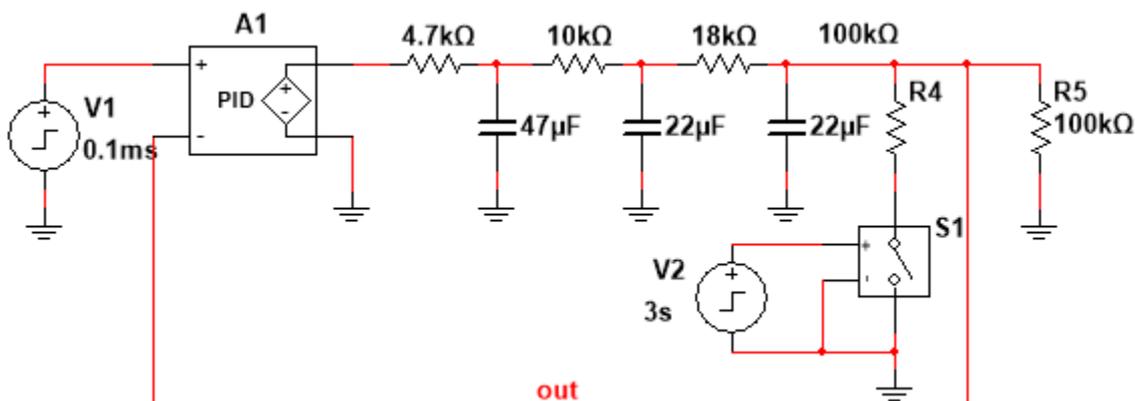


Fig. 4. Circuito.

Tracciando la tangente nel punto di flesso della risposta al transitorio in anello aperto ottenuta in precedenza (**fig. 5**), si rileva che il sistema presenta un tempo morto $t_d = 0,15$ s, una costante di tempo $\tau = 1,55 - 0,15 = 1,4$ s, e un grado medio di difficoltà nel controllo:

$$\alpha = \frac{t_d}{\tau} = \frac{0,15}{1,4} = 0,11 > 0,1$$

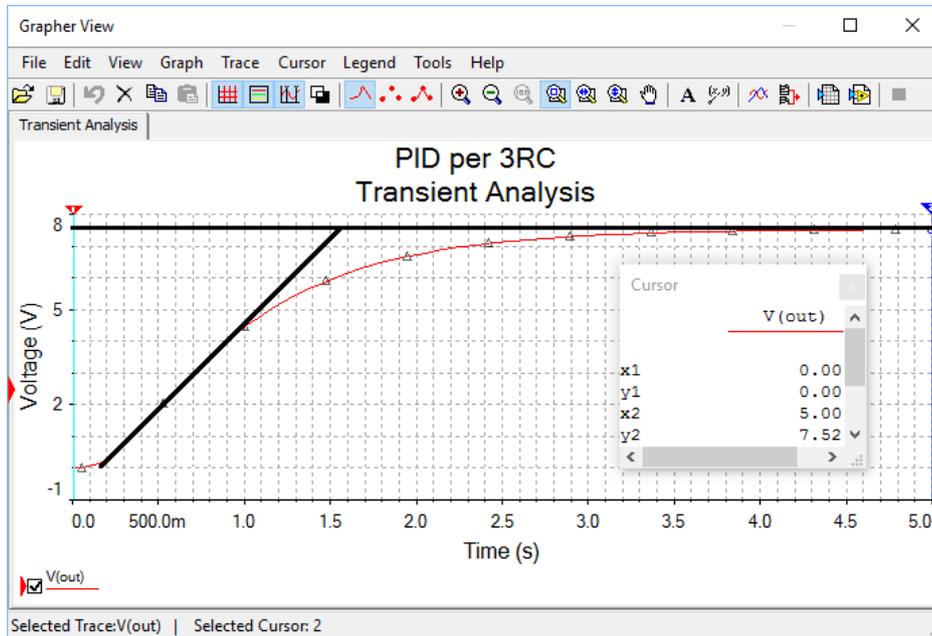


Fig. 5. Determinazione del tempo morto e della costante di tempo.

Considerata la lentezza del sistema, per la messa a punto dei coefficienti del regolatore, conviene quindi iniziare impostando il solo k_p (coefficiente proporzionale) calcolato con il metodo di Ziegler e Nichols in anello aperto:

$$k_p = 1,2 \cdot \frac{\tau}{t_d} = 1,2 \cdot \frac{1,4}{0,15} = 11,2$$

e ripetere più volte la simulazione con k_p anche più alti, aggiungendo nel frattempo i fattori integrale (k_i) e derivativo (k_d) fino ad ottenere una risposta soddisfacente.

Con i valori indicati in **fig. 6**, per esempio, si è ottenuta la risposta di **fig. 7**.

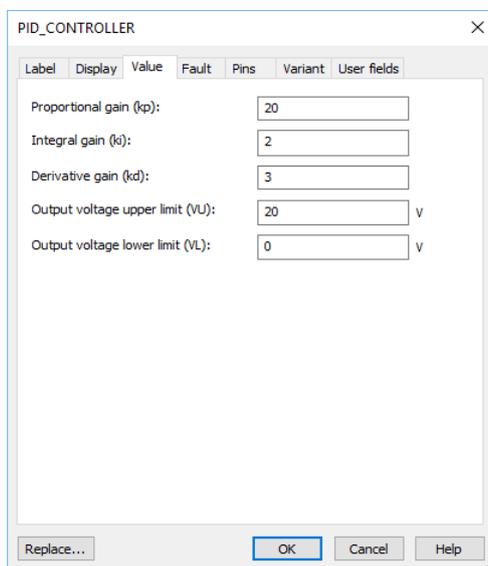


Fig. 6. Valori assegnati ai parametri del regolatore PID.

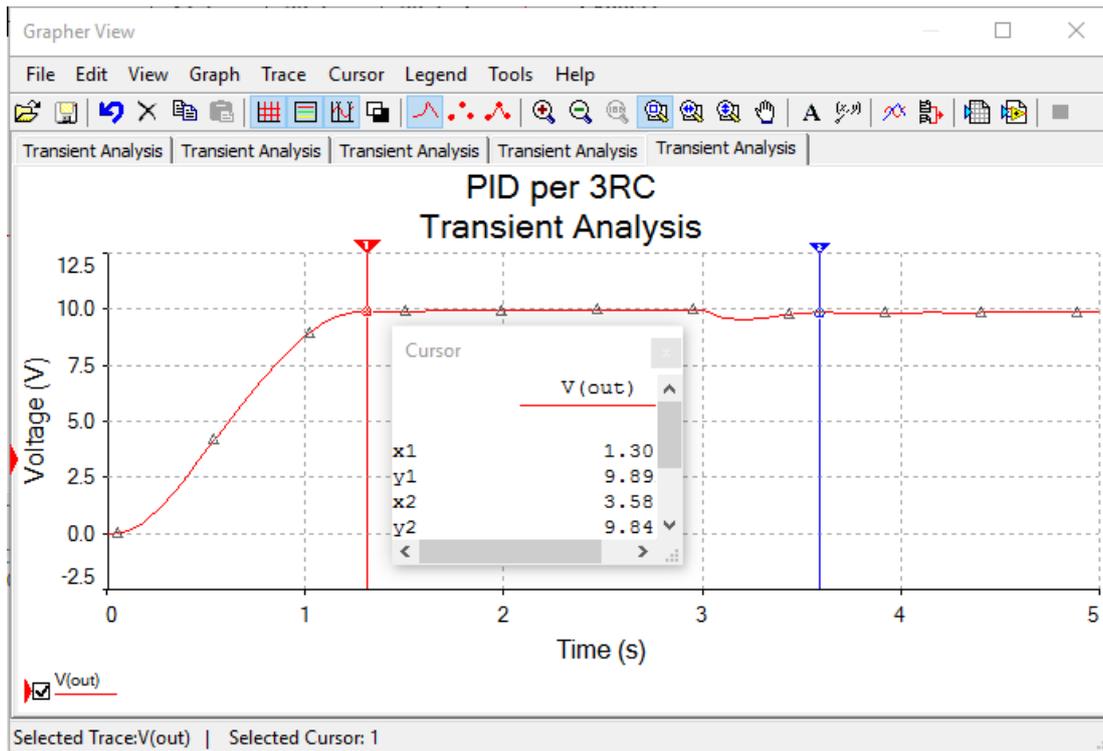


Fig. 7. Analisi transient del sistema regolato.

Il sistema raggiunge il 99% del valore finale in 1,3 s e recupera il disturbo casuale in 0,5 s. La risposta, oltre che dai valori dei parametri, dipende molto anche dal valore limite (20 V) assegnato al regolatore; basta provare a modificarlo per rendersene conto.