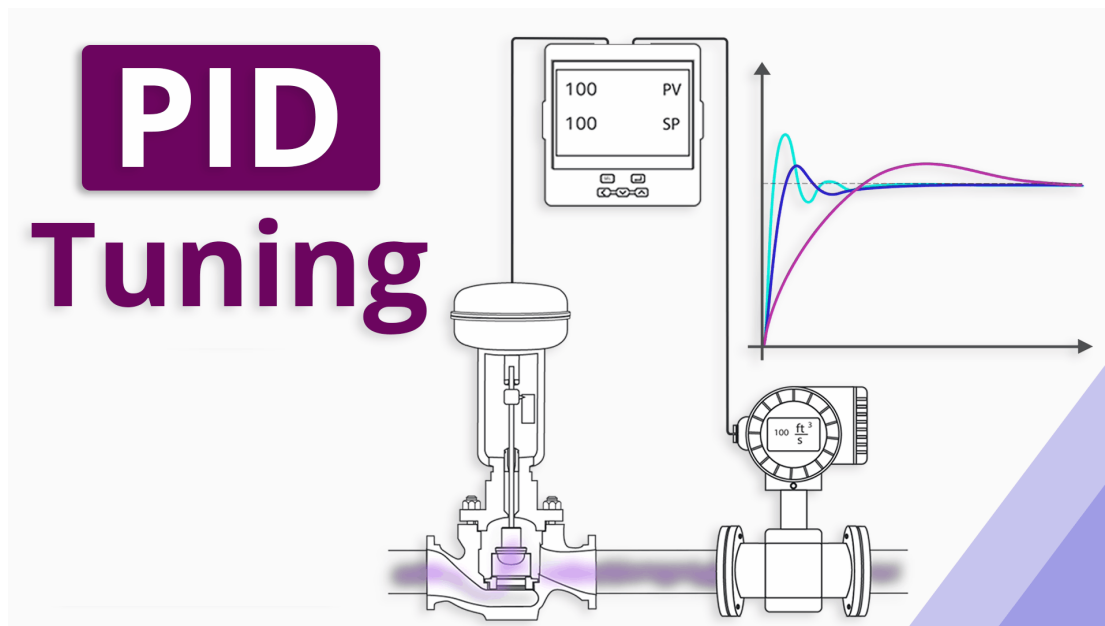


Συντονισμός PID - Πώς να συντονίσετε έναν ελεγκτή PID

Ας συζητήσουμε ποιες είναι οι παράμετροι PID και πώς χρησιμοποιούνται.

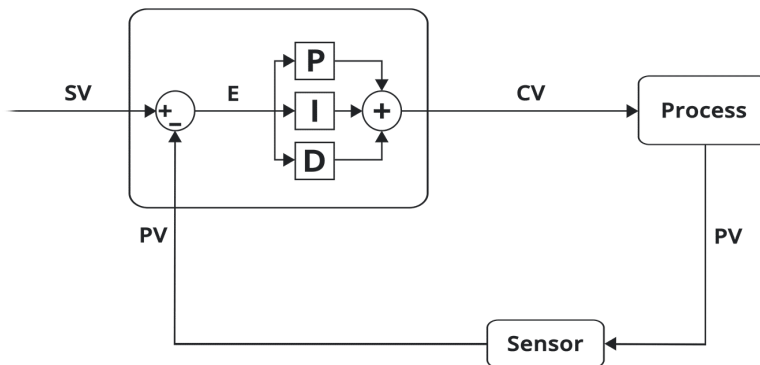


Στο προηγούμενο μάθημα, **Τι είναι οι παράμετροι συντονισμού PID;**, δώσαμε μερικά απλά παραδείγματα ελεγχόμενων διεργασιών και αρχίσαμε να εξηγούμε τους συγκεκριμένους όρους ενός ελεγκτή PID.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μπορείτε να ενεργοποιήσετε κάθε παράμετρο, αυτές είναι οι αναλογικοί, ολοκληρωτικοί και παραγωγικοί όροι.

Παράμετροι ελεγκτή PID

Οι τρεις παράμετροι που αποτελούν έναν ελεγκτή είναι ο Αναλογικός, ο Ολοκληρωτικός και ο Παραγωγικός. Δεν χρησιμοποιούνται όλες οι παράμετροι ελέγχου σε κάθε εφαρμογή. Με τους πιο απλοϊκούς όρους, ο ελεγκτής υπολογίζει τις ενέργειες και πολλαπλασιάζει κάθε παράμετρο με το σφάλμα E, το οποίο ισούται με SP-PV σε απευθείας δράση (direct acting), όπως συζητήθηκε προηγουμένως. Στη συνέχεια, όλοι οι υπολογισμοί παραμέτρων προστίθενται για να παραχθεί η μεταβλητή ελέγχου.



Δυστυχώς, δεν υπάρχει βιομηχανικό πρότυπο που να περιγράφει τους όρους των παραμέτρων.

Ξεκινήστε με το συντονισμό PID - Βήμα προς βήμα.

Αναλογικός όρος

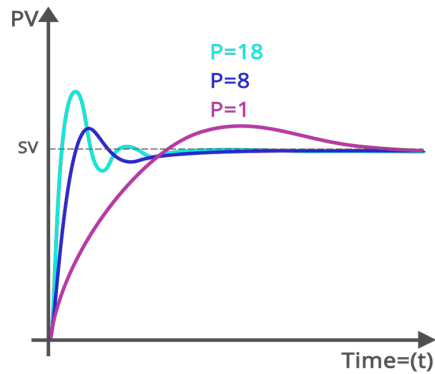
Ο αναλογικός όρος, που συχνά ονομάζεται σταθερά **P**, μπορεί να αναφέρεται ως **Αναλογικό Κέρδος** ή απλώς Κέρδος, το οποίο δεν είναι μονάδα αλλά αντίθετα αναλογία. Αυτή η παράμετρος μπορεί επίσης να **ονομαστεί Αναλογική Ζώνη** και να εκφραστεί ως ποσοστό.

Η παράμετρος μπορεί να ονομαστεί **K_p**, Gain ή άλλες. Αυτή είναι η παράμετρος που καθορίζει πόσο γρήγορα ανταποκρίνεται το σύστημα. Το όνομα με το οποίο αναφέρεται ποικίλλει ανάλογα με τον κατασκευαστή.

- Για ελεγκτές που χρησιμοποιούν τον όρο Gain, η υψηλότερη προσαρμογή αυτής της παραμέτρου ρύθμισης μπορεί να προκαλέσει πιο ευαίσθητους, λιγότερο σταθερούς βρόχους.
- Αντίθετα, σε ελεγκτές με αναλογικές μονάδες ζώνης, η μείωση αυτής της παραμέτρου ρύθμισης επηρεάζει τον βρόχο με τον ίδιο τρόπο.

Έχοντας αυτό υπόψη, η γνώση του τύπου του ελεγκτή που διαθέτετε είναι απαραίτητη για να διασφαλίσετε ότι προσαρμόζετε σωστά τις παραμέτρους σας.

$$\uparrow \% P = \frac{100}{\downarrow PB}$$

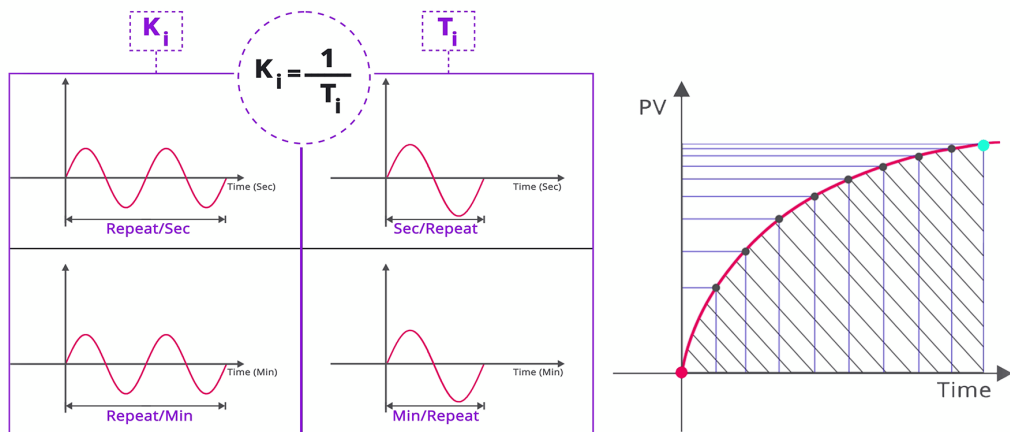


Ολοκληρωτικός όρος

Ο όρος Integral ή σταθερά **I** που συχνά ονομάζεται **Reset** μπορεί επίσης να εκφραστεί διαφορετικά όπως:

- επαναλήψεις ανά δευτερόλεπτο,
- δευτερόλεπτα ανά επανάληψη,
- επαναλήψεις ανά λεπτό,
- λεπτά ανά επανάληψη.

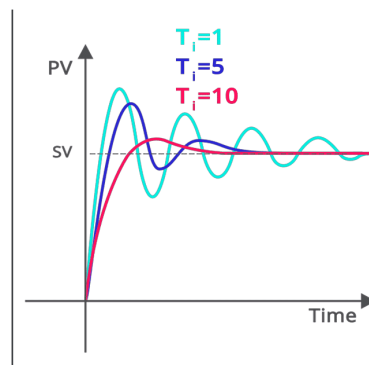
Ανεξάρτητα από τον τύπο μέτρησης, το ολοκλήρωμα είναι το άθροισμα όλων των τιμών που αναφέρονται από το σήμα, που καταγράφονται από τη στιγμή που ξεκινήσατε την καταμέτρηση έως τη στιγμή που ολοκληρώσατε την καταμέτρηση ή το εμβαδόν κάτω από μια σχεδιασμένη καμπύλη. Αυτή η παράμετρος μπορεί να ονομαστεί **K_i**, **T_i** ή άλλες. Αυτή η παράμετρος καθορίζει πόσο γρήγορα εξαλείφεται το **μόνιμο σφάλμα**.



Λόγω των διαφορετικών μετρήσεων, αυτή η παράμετρος μπορεί να μην είναι τόσο διαισθητική στην προσαρμογή.

Εν συντομία, μικρότερες τιμές σε λεπτά ανά επανάληψη θα δημιουργήσουν μεγαλύτερη ολοκληρωτική δράση, ενώ μεγαλύτερες τιμές σε μετρήσεις επαναλήψεων ανά λεπτό θα δημιουργήσουν επίσης μεγαλύτερη ολοκληρωτική δράση.

$$\uparrow K_i = \frac{1}{\downarrow T_i}$$



Παράγωγος όρος

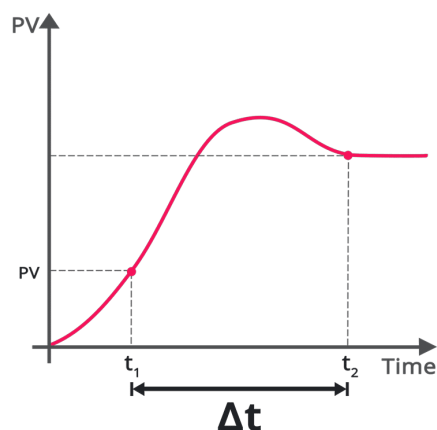
Οι μονάδες παραγώγου ή **σταθεράς D** είναι συνήθως δευτερόλεπτα ή λεπτά.

Ο σκοπός της σταθεράς παραγώγου είναι η πρόβλεψη της αλλαγής. Η παραγωγική δράση λειτουργεί βάσει του ρυθμού μεταβολής που μετράται στη μεταβλητή διεργασίας.

Η τιμή αυτής της παραμέτρου σημαίνει πόσο μακριά στο μέλλον θέλετε να προβλέψετε τον ρυθμό μεταβολής. Αυτή η παράμετρος μπορεί να σας βοηθήσει να δημιουργήσετε μια ταχύτερη απόκριση στον βρόχο σας και έναν βρόχο με καλύτερη απόδοση επίσης.

Ωστόσο, δεδομένου ότι ο παραγωγικός όρος μετρά τον ρυθμό μεταβολής στη μεταβλητή διεργασίας, η μεταβλητή διεργασίας πρέπει να είναι ένα πολύ καθαρό σήμα, χωρίς θόρυβο. Για τον λόγο αυτό, οι παραγωγικοί όροι δεν χρησιμοποιούνται συχνά στα συστήματα ελέγχου.

$$D: \frac{d}{dt} = \frac{dPV}{dt} = \frac{\Delta PV}{\Delta t} = \frac{PV(t_2) - PV(t_1)}{t_2 - t_1}$$



Αλγόριθμοι και παράμετροι PID

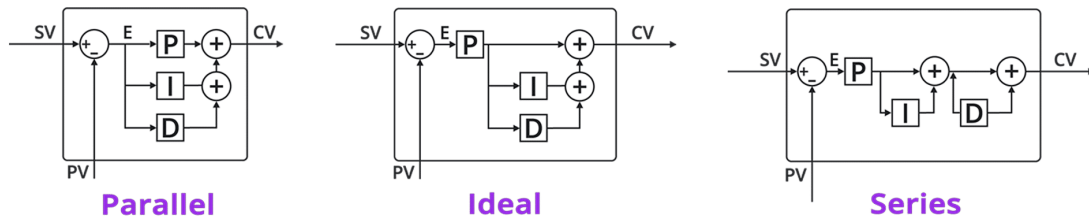
Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος ελεγκτής είναι ο PI. Οι περισσότερες διεργασίες μπορούν να εξυπηρετηθούν καλά με αυτόν τον τύπο ελέγχου. Οι ελεγκτές P και PID χρησιμοποιούνται περιστασιακά, ενώ οι ελεγκτές PD χρησιμοποιούνται σπάνια.

Οι ελεγκτές PID είναι πολύ εξελιγμένες συσκευές με πιθανώς πολλές ρυθμιζόμενες παραμέτρους. Οι τύποι διεργασιών και αλγορίθμων μπορεί επίσης να διαφέρουν. Άλλες παράμετροι για έρευνα για ελεγκτές PID είναι:

- Αλγόριθμος σειράς,
- Ιδανικοί αλγόριθμοι,
- Παράλληλος αλγόριθμος,
- Φιλτράρισμα,
- Χρόνοι σάρωσης,
- Αντι-κορεσμός ολοκλήρωσης,
- Αυτορρυθμιζόμενες έναντι ολοκληρωτικών διεργασιών,
- Αντίστροφη δράση,
- Νεκρός χρόνος,

- Καθυστέρηση,
- Παράγωγο στο E ή παράγωγο στο PV,

για να αναφέρω μόνο μερικά.



Τι είναι ο συντονισμός PID;

Συντονισμός PID σημαίνει προσαρμογή του Αναλογικού, του Ολοκληρωτικού και του Παραγώγου, ώστε το σύστημα να συμπεριφέρεται όπως θέλετε. Δεν είναι όλα τα συστήματα ίδια. Για παράδειγμα, ο συντονισμός PID ενός συστήματος ελέγχου στάθμης δεξαμενής είναι πολύ διαφορετική από τον συντονισμό PID ενός συστήματος ελέγχου κίνησης. Σε κάθε περίπτωση, ο στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι το σύστημα είναι σταθερό και ανταποκρίνεται σε διαταραχές της διεργασίας.

Σε ένα σύστημα ελέγχου στάθμης δεξαμενής, μια βαλβίδα ελέγχου λαμβάνει το σήμα διόρθωσης από τον ελεγκτή και αντιδρά ανάλογα, προκαλώντας άνοδο ή πτώση της στάθμης. Η υπέρβαση του επιθυμητού σημείου ρύθμισης σε ένα σύστημα στάθμης δεξαμενής είναι συνήθως καλή, αλλά μια τέτοια υπέρβαση θα μπορούσε να είναι καταστροφική σε ένα σύστημα ελέγχου κίνησης.

Μέθοδοι ρύθμισης PID

Λόγω της εγγενούς δυσκολίας στον συντονισμό των πιο βασικών βρόχων PID, αυτές οι παράμετροι, οι οποίες είναι πιο προηγμένες από αυτό το βασικό σεμινάριο, είναι καλύτερα να αφηθούν για μελλοντικά μαθήματα ή αυτοεξερεύνηση.

Υπάρχει μια επιστήμη για τη συντονισμό ενός βρόχου PID, αλλά η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος συντονισμού είναι η **δοκιμή και το λάθος**.

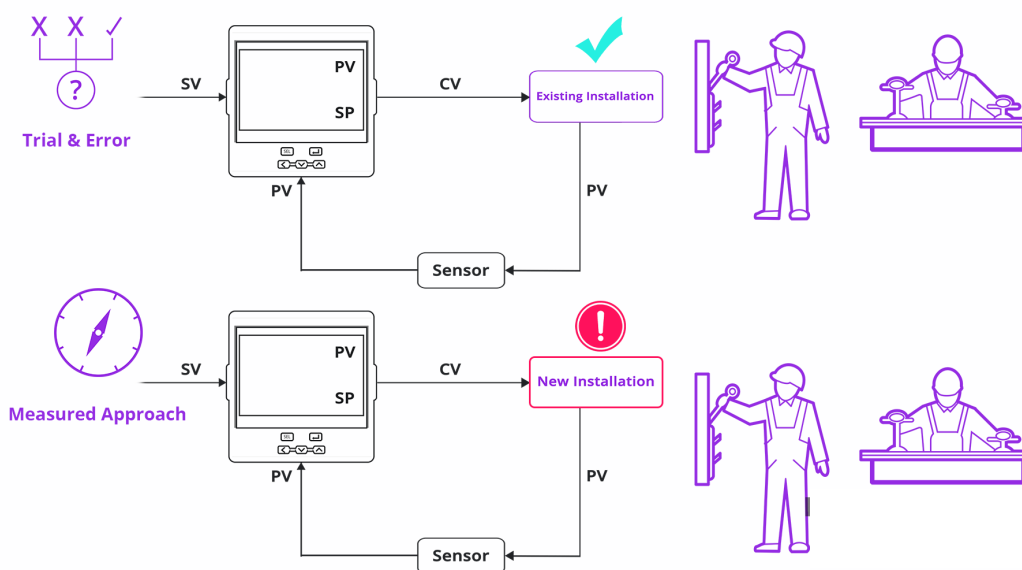
Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι που απαιτούν μια διαδικασία πολλαπλών βημάτων για να προσδιορίσετε πού πρέπει να βρίσκονται οι αριθμοί σας.

Ο στόχος του συντονισμού είναι να διασφαλιστεί η ελάχιστη ταλάντωση της διεργασίας γύρω από το σημείο ρύθμισης μετά την εμφάνιση μιας διαταραχής.

Το πρώτο βήμα για τον συντονισμό του ελεγκτή σας είναι να καθορίσετε πόση προσαρμογή μπορείτε να κάνετε χωρίς σοβαρές επιπτώσεις στη διεργασία.

Μιλήστε με το προσωπικό του εργοστασίου, εάν η προσαρμογή των παραμέτρων του ελεγκτή PID δεν έχει ανεπιθύμητη αντίδραση, τότε μπορείτε να ξεκινήσετε τις ρυθμίσεις σας. Εάν τα αποτελέσματα είναι επιζήμια, πρέπει να ακολουθήσετε μια πιο μετρημένη προσέγγιση.

Προφανώς, ανάλογα με το αν πρόκειται για νέα εγκατάσταση ή για υπάρχουσα εγκατάσταση, η προσέγγισή σας θα διαφέρει. Σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις, εκτελείτε προσαρμογές PI για να τροποποιήσετε τις τιμές και να δημιουργήσετε μια πιο σταθερή διεργασία.

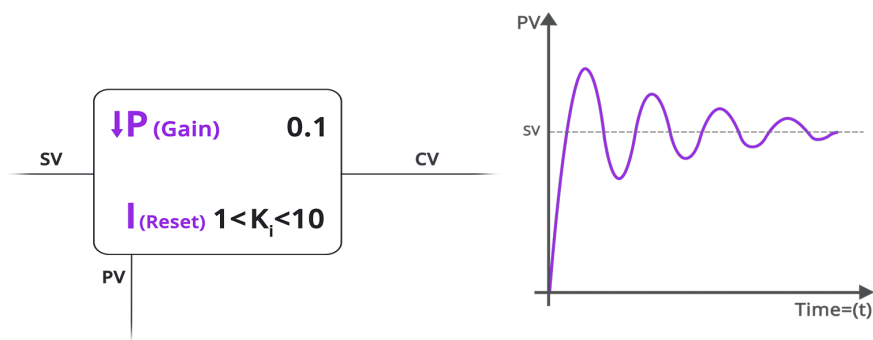


Πώς να συντονίσετε έναν ελεγκτή PI

Πώς να συντονίσετε έναν ελεγκτή PI εάν η μεταβλητή διεργασίας αλλάζει γρήγορα

Επειδή ο ελεγκτής PI είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος, θα προσαρμόσουμε μόνο αυτές τις παραμέτρους. Καθώς έχουμε συζητήσει τις διαφορές στις μετρήσεις με τους όρους PID, για αυτό το σεμινάριο θα τυποποιήσουμε το κέρδος και τις επαναλήψεις ανά λεπτό.

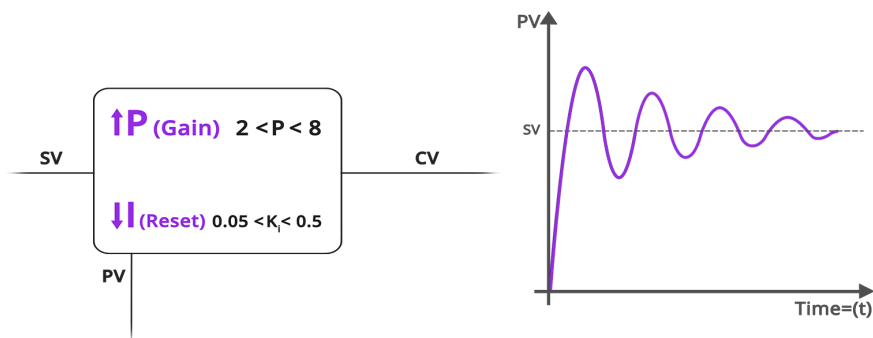
Για να μεταβείτε αμέσως, εάν η μεταβλητή διεργασίας αλλάζει γρήγορα με αλλαγές στη μεταβλητή ελέγχου, θα ξεκινήσετε με χαμηλό κέρδος, πιθανώς έως και 0.1 ενώ προσαρμόζετε την επαναφορά μεταξύ 1 και 10 επαναλήψεων ανά λεπτό.



Πώς να συντονίσετε έναν ελεγκτή PI εάν η μεταβλητή διεργασίας αλλάζει αργά

Αντίθετα, εάν η μεταβλητή διεργασίας αλλάζει αργά, ξεκινήστε με υψηλότερα κέρδη και χαμηλότερες επαναφορές, κάπου μεταξύ 2 και 8 και 0,05 και 0,5 αντίστοιχα.

Προσαρμόστε μόνο μία παράμετρο κάθε φορά και παρατηρήστε τα αποτελέσματα. Συνεχίστε μέχρι να επιτύχετε μια σταθερή διεργασία.

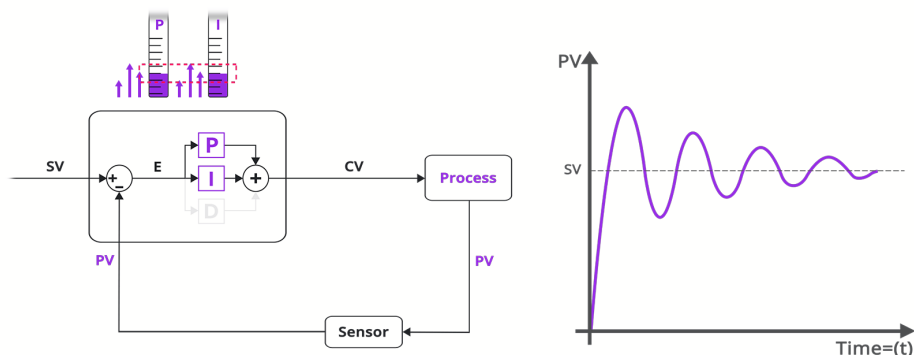


Μια πιο μετρημένη προσέγγιση είναι να ξεκινήσετε με χαμηλό κέρδος, με απενεργοποιημένους τον ολοκληρωτικό και τον παραγωγικό όρο.

Παρακολουθήστε τη διεργασία και αρχίστε να προσαρμόζετε σταδιακά το κέρδος διπλασιάζοντας την τιμή. Όταν η διεργασία αρχίσει να ταλαντώνεται, μειώστε την τιμή κέρδους κατά 50%.

Χρησιμοποιήστε μια μικρή ολοκληρωτική τιμή και παρακολουθήστε τη διεργασία. Διπλασιάστε την τιμή σταδιακά μέχρι να εμφανιστεί ταλάντωση και, στη συνέχεια, μειώστε τον ολοκληρωτικό όρο κατά 50%.

Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να βρίσκεστε κοντά στις κατάλληλες τιμές και να ξεκινήσετε τη διαδικασία προσαρμογής PID.



Η προσαρμογή PID αναφέρεται στις μικρές αλλαγές των ρυθμίσεων PID. Μετά τον συντονισμό του ελεγκτή, συνήθως απαιτούνται μικρές προσαρμογές ή τροποποιήσεις παραμέτρων και εκτελούνται από έμπειρο επαγγελματία.

Τι είναι η βαθμονόμηση PID;

Αν ρωτήσετε τους ανθρώπους τι είναι η βαθμονόμηση PID, θα σας δώσουν διαφορετικές απαντήσεις. Για κάποιους, σημαίνει τη ρύθμιση των αρχικών παραμέτρων PID σε ένα γνωστό σύνολο τιμών. Για άλλους, σημαίνει έλεγχο εάν ο ελεγκτής λαμβάνει τις σωστές εισόδους ή εάν οι συσκευές εξόδου ανταποκρίνονται σωστά στα σήματα του ελεγκτή.

Περίληψη

Όπως ίσως έχετε μαντέψει μέχρι τώρα, υπάρχουν πολλά περισσότερα να μάθετε για αυτό το θέμα. Αλλά για να το συνοψίσουμε, πιθανότατα μπορείτε να τα καταφέρετε με έναν ελεγκτή **PI** για τις περισσότερες από τις διεργασίες σας.

Βεβαιωθείτε ότι γνωρίζετε τον τύπο μέτρησης του επιλεγμένου ελεγκτή και απλώς προσαρμόστε σταδιακά τις παραμέτρους P και I μέχρι να επιτύχετε αυτήν την ωραία σταθερή διεργασία.