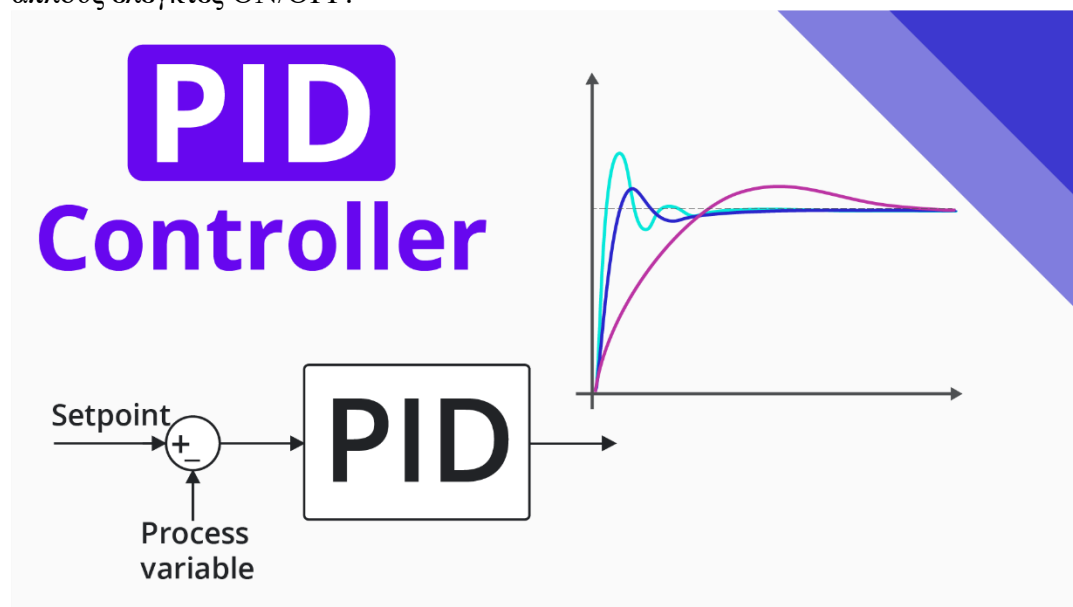


Επεξήγηση του ελεγκτή PID

Μάθετε γιατί οι ελεγκτές PID χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές διεργασίες αντί για απλούς ελεγκτές ON/OFF.



Σε αυτό το μάθημα, θα μιλήσουμε για τον ελεγκτή PID και την εξέλιξή του από αυτόνομη συσκευή στη σημερινή του μορφή.

Θα εξηγήσουμε γιατί οι ελεγκτές PID χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές διεργασίες αντί για απλούς ελεγκτές ON/OFF.

Θα δείξουμε πώς οι ρυθμίσεις του ελεγκτή που ονομάζονται Αναλογικά, Ολοκληρωτικά και Παράγωγα επηρεάζουν διαφορετικές διεργασίες υπό έλεγχο.

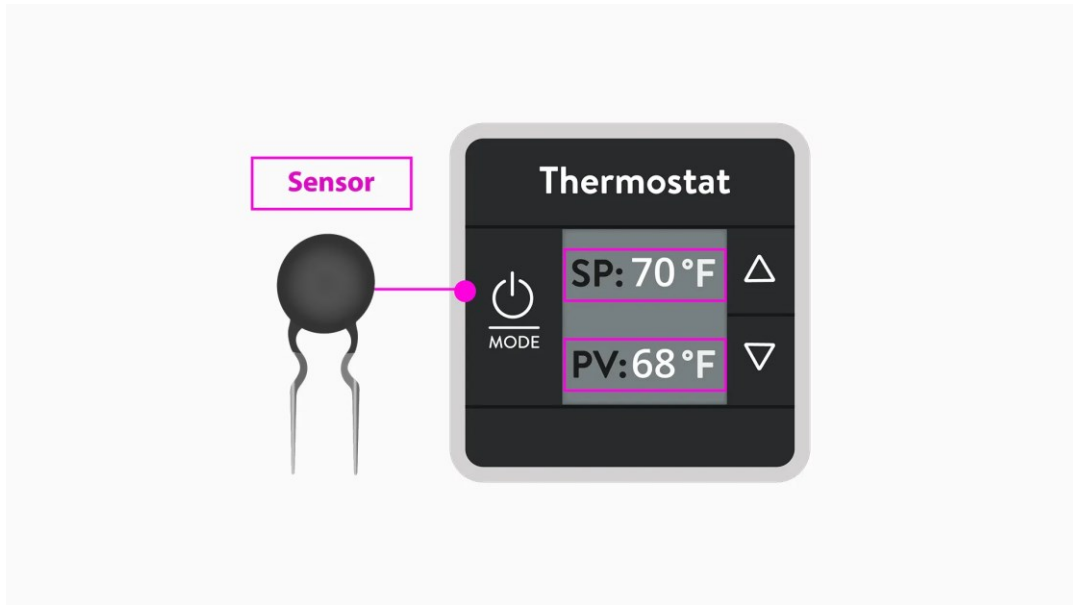
Θα παρέχουμε επίσης μια επισκόπηση της πολύ σημαντικής δραστηριότητας που ονομάζεται Συντονισμός Ελεγκτή.

Ένα απλό παράδειγμα

Ας ξεκινήσουμε με μια συζήτηση σχετικά με τον έλεγχο της θερμοκρασίας στο σπίτι, καθώς είναι γνωστό σε πολλούς ανθρώπους.

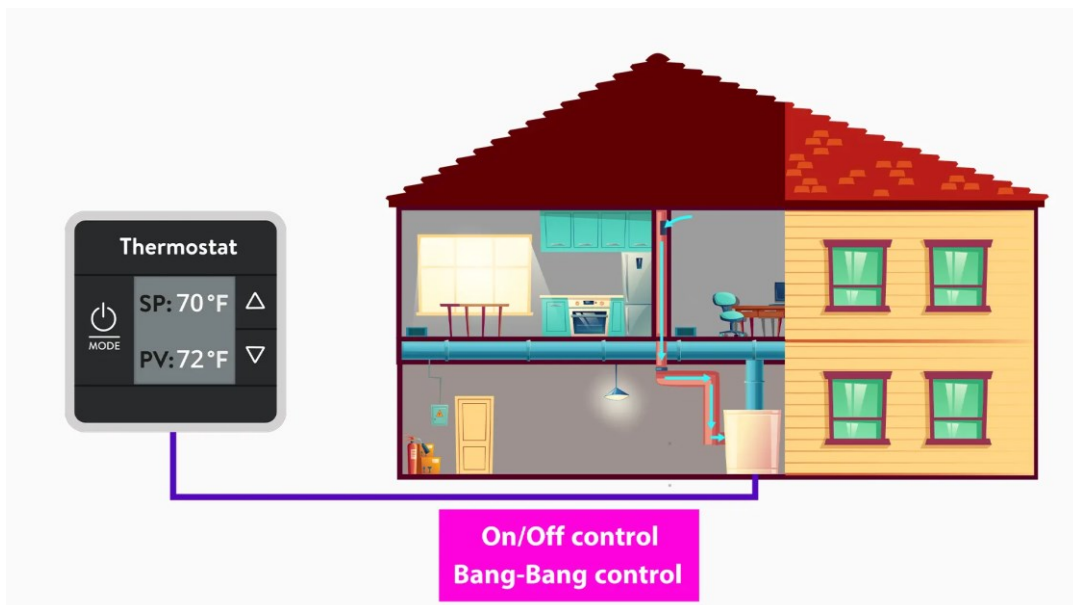
Αυτό το σπίτι έχει ένα σύστημα θέρμανσης που διανέμει τη θερμότητα παντού και έναν επιτοίχιο ελεγκτή που ονομάζεται θερμοστάτης.

Ο θερμοστάτης διαθέτει έναν αισθητήρα που μετρά τη θερμοκρασία του σπιτιού και συγκρίνει αυτή τη μέτρηση με ένα ρυθμιζόμενο σημείο ρύθμισης.



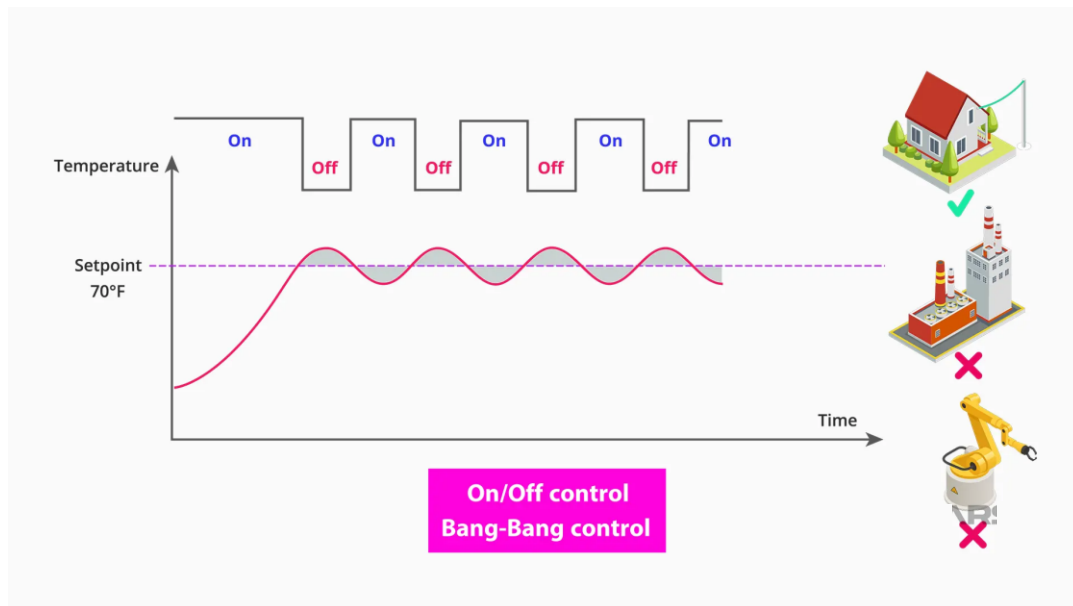
Εάν η θερμοκρασία δωματίου είναι κάτω από το σημείο ρύθμισης, το σύστημα θέρμανσης είναι ενεργοποιημένο.

Όταν η θερμοκρασία δωματίου αυξάνεται πάνω από το σημείο ρύθμισης, ο φούρνος σβήνει. Αυτός ο τύπος ελέγχου αναφέρεται ως ON/OFF ή Bang-Bang Control.



Παρακάτω είναι μια γραφική παράσταση του τι κάνει η θερμοκρασία δωματίου για μια χρονική περίοδο καθώς ο φούρνος ανάβει και σβήνει.

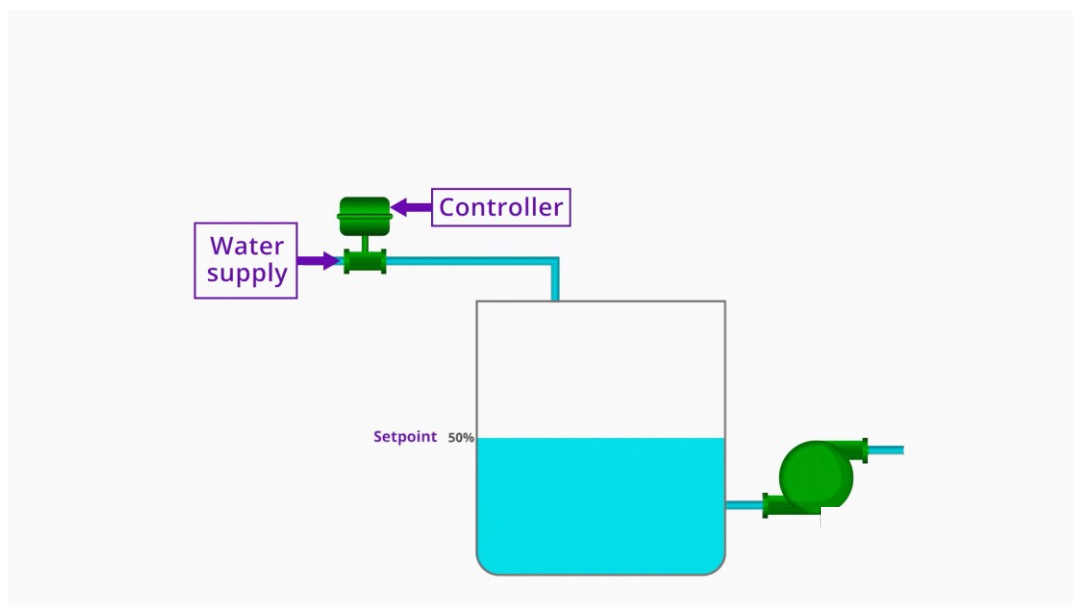
Όπως μπορείτε να δείτε, η θερμοκρασία δεν διατηρείται ακριβώς στο σημείο ρύθμισης των 70°F, αλλά ταλαντώνεται πάνω και κάτω από το σημείο ρύθμισης.



Ο έλεγχος ON/OFF μπορεί να είναι εντάξει για το σπίτι σας, αλλά δεν είναι εντάξει για βιομηχανικές διεργασίες ή έλεγχο κίνησης.

Βιομηχανικό παράδειγμα

Ας δούμε ένα παράδειγμα ελέγχου στάθμης δεξαμενής για να εξηγήσουμε το γιατί. Η βαλβίδα γεμίζει τη δεξαμενή καθώς η αντλία την αποστραγγίζει. Εάν η βαλβίδα λειτουργεί με έλεγχο ON/OFF, το νερό θα κυμαίνεται γύρω από το σημείο ρύθμισης 50%.



Για τον σκοπό μας, ας πούμε ότι η διακύμανση είναι $\pm 10\%$. Στις περισσότερες βιομηχανικές εφαρμογές, αυτή η διακύμανση γύρω από το σημείο ρύθμισης δεν είναι αποδεκτή.

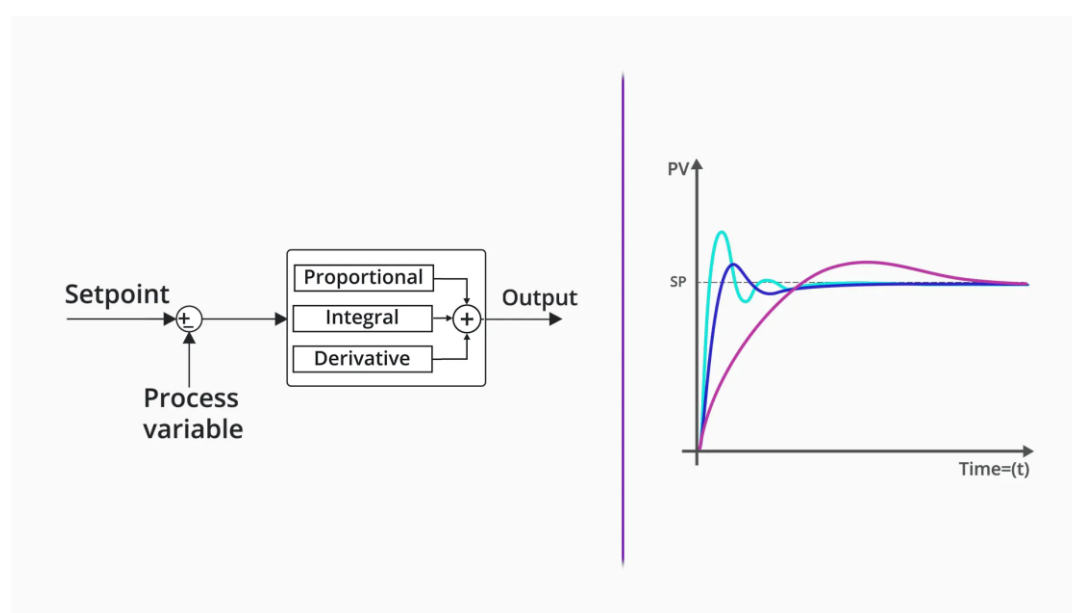
Εντάξει, τι γίνεται αν είναι δυνατό να ρυθμίσετε τη βαλβίδα και να την τοποθετήσετε σε οποιαδήποτε θέση μεταξύ ON και OFF;

Ελεγκτής PID

Τώρα μπορούμε να προχωρήσουμε στο να μιλάμε για έναν ελεγκτή PID. Το **P** σημαίνει Proportional, το **I** σημαίνει Integral και το **D** σημαίνει Παράγωγο.

Επειδή κάθε διεργασία ανταποκρίνεται διαφορετικά, ο ελεγκτής PID καθορίζει πόσο και πόσο γρήγορα θα εφαρμοστεί η διόρθωση χρησιμοποιώντας ποικίλες ποσότητες **αναλογικής**, **ολοκληρωτικής** και **παραγωγικής** ενέργειας.

Κάθε μπλοκ συνεισφέρει ένα μοναδικό σήμα που προστίθεται μαζί για να δημιουργήσει το σήμα εξόδου του ελεγκτή.

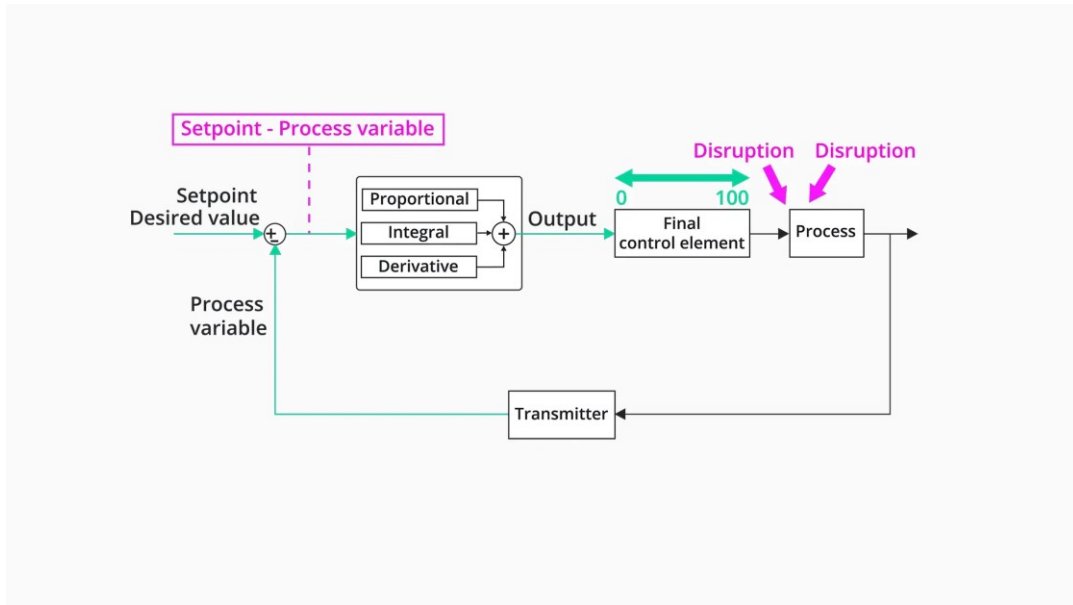


Βρόχος ελέγχου ανάδρασης

Ας δούμε πώς ένας ελεγκτής PID ταιριάζει σε έναν βρόχο ελέγχου ανάδρασης. Ο ελεγκτής είναι υπεύθυνος για τη διασφάλιση ότι η διεργασία παραμένει όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιθυμητή τιμή ανεξάρτητα από διάφορες διαταραχές.

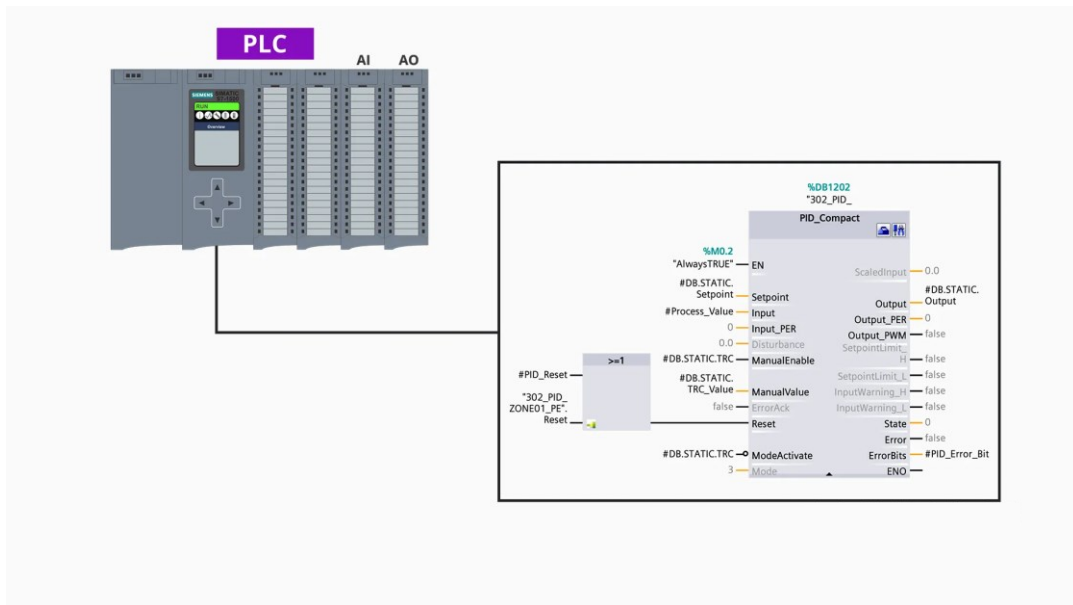
Ο ελεγκτής συγκρίνει το σήμα της μεταβλητής διεργασίας (PV) του πομπού και το σημείο ρύθμισης.

Με βάση αυτή τη σύγκριση, ο ελεγκτής παράγει ένα σήμα εξόδου για τη λειτουργία του τελικού στοιχείου ελέγχου (final control element). Αυτή η έξοδος ελεγκτή PID μπορεί να λειτουργήσει το τελικό στοιχείο ελέγχου σε ολόκληρο το εύρος του 100%.



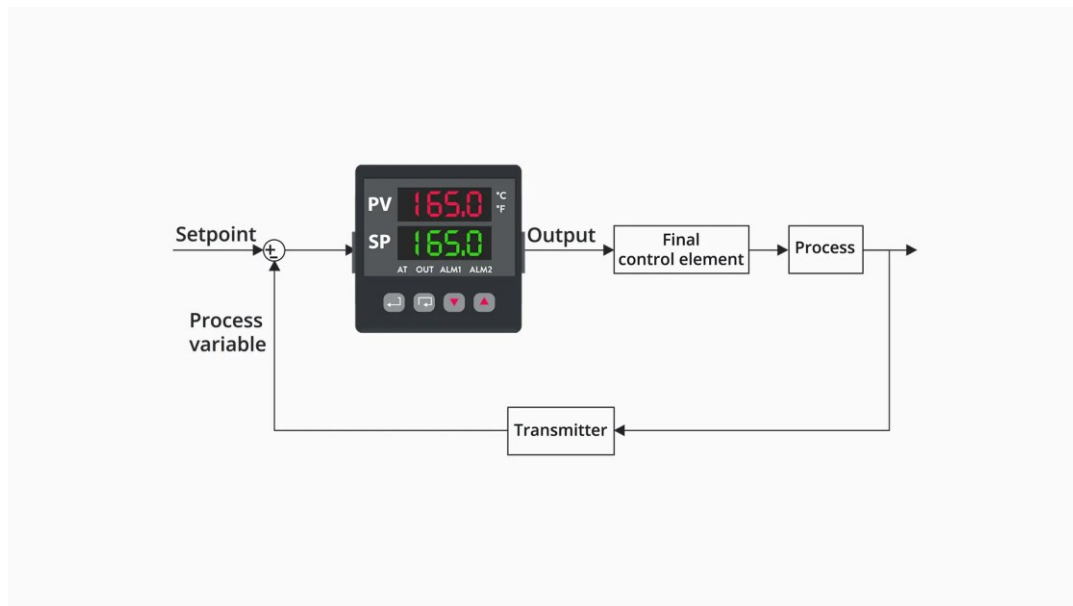
Λογικό μπλοκ ελεγκτή PID

Οι περισσότεροι σύγχρονοι ελεγκτές PID αποτελούν μέρος ενός PLC ή DCS και δημιουργούνται στη λογική του προγράμματος ελέγχου χρησιμοποιώντας εντολές τύπου μπλοκ (block instructions).



Αυτόνομος ελεγκτής PID

Πριν εμφανιστούν τα PLC, ένας ελεγκτής PID ήταν μια αυτόνομη συσκευή υπεύθυνη για τον έλεγχο ενός βρόχου.



Παράμετροι ελεγκτή PID

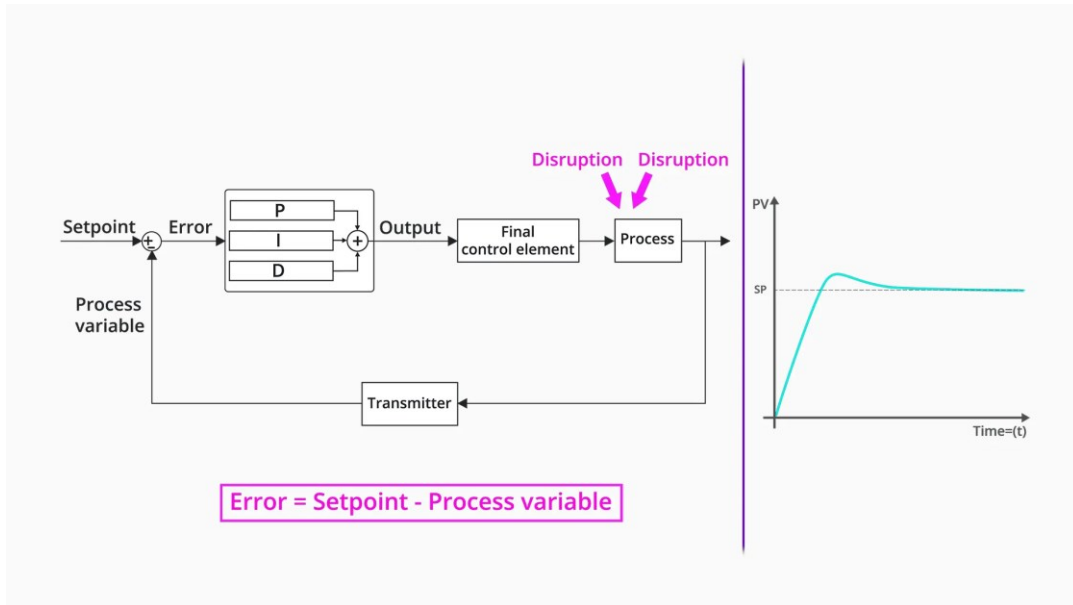
Ένα δωμάτιο ελέγχου θα είχε δεκάδες ή εκατοντάδες αυτόνομους ελεγκτές τοποθετημένους σε έναν πίνακα.

Υπάρχουν ακόμη πολλοί αυτόνομοι ελεγκτές PID που κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται σήμερα.

Εντάξει, ας επιστρέψουμε και ας μιλήσουμε για το τι κάνει καθένα από τα στοιχεία **P**, **I** και **D** του ελεγκτή PID.

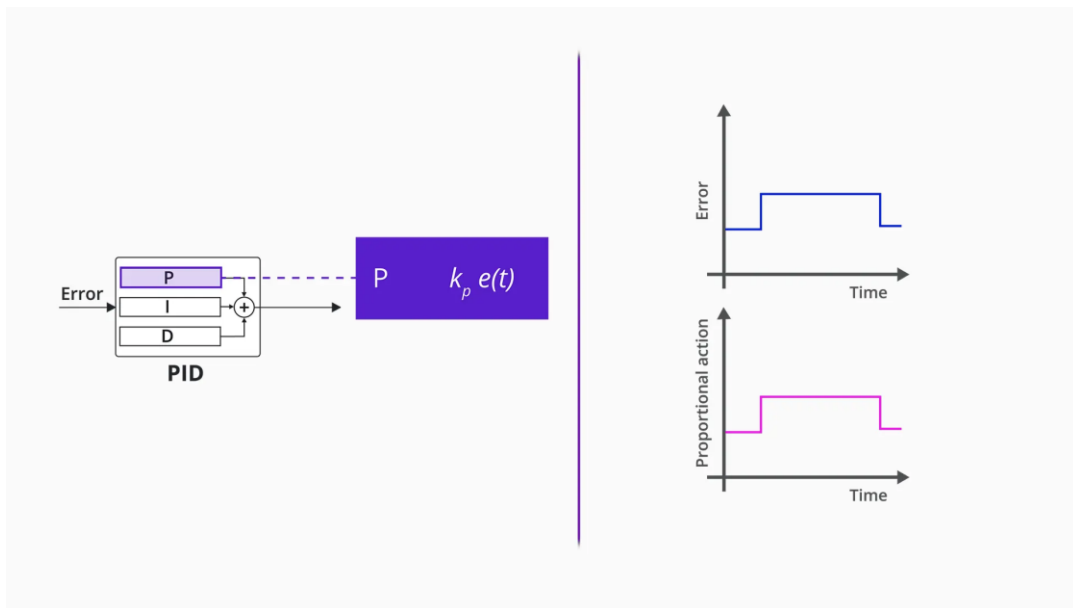
Θυμηθείτε νωρίτερα είπαμε ότι ο ελεγκτής PID είναι υπεύθυνος για τη διασφάλιση ότι η διεργασία παραμένει όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο ρύθμισης ανεξάρτητα από διάφορες διαταραχές.

Ας αναφερθούμε στη διαφορά μεταξύ της μεταβλητής διεργασίας και του σημείου ρύθμισης ως σήμα σφάλματος.



1) Αναλογικό μπλοκ

Το αναλογικό μπλοκ δημιουργεί ένα σήμα εξόδου ανάλογο με το **μέγεθος** του σήματος σφάλματος.



Δυστυχώς, όσο πιο κοντά πλησιάζετε στο σημείο ρύθμισης, τόσο λιγότερο πιέζει. Τελικά, η διεργασία απλώς λειτουργεί συνεχώς κοντά στο σημείο ρύθμισης, αλλά όχι ακριβώς εκεί.

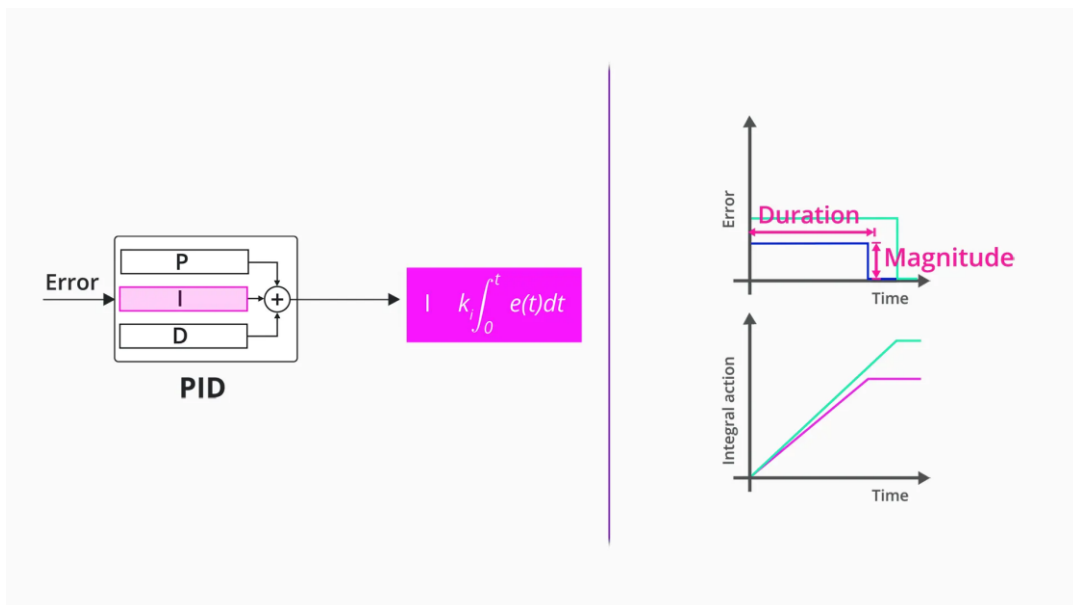


Εκεί μπαίνει η ολοκληρωτική δράση (Integral).

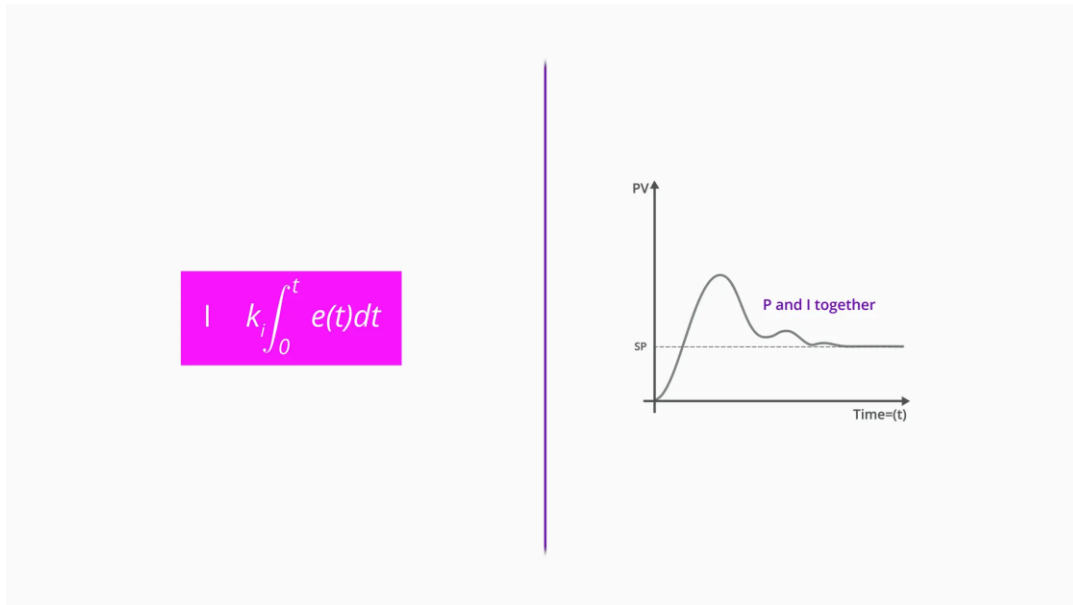
2) Μπλοκ ολοκληρωτικής

Το μπλοκ ολοκληρωτικής δημιουργεί μια έξοδο ανάλογη με τη **διάρκεια** και το **μέγεθος** του σφάλματος σφάλματος.

Όσο μεγαλύτερο είναι το σφάλμα και όσο περισσότερο διαρκεί, τόσο μεγαλύτερη είναι η ολοκληρωτική έξοδος.



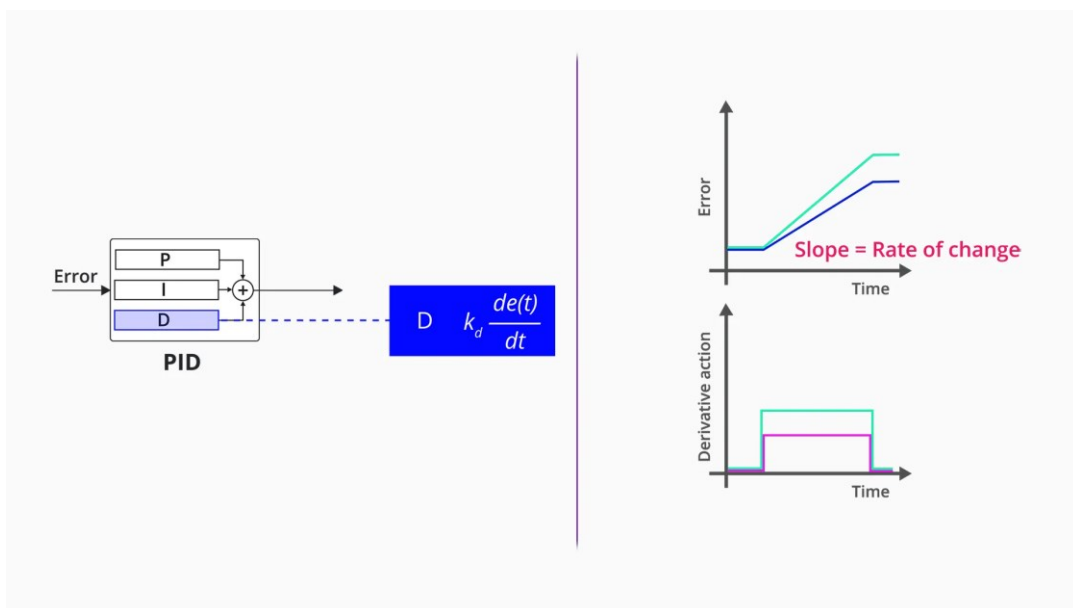
Όσο υπάρχει σφάλμα, η ολοκληρωτική δράση θα συνεχίζεται.



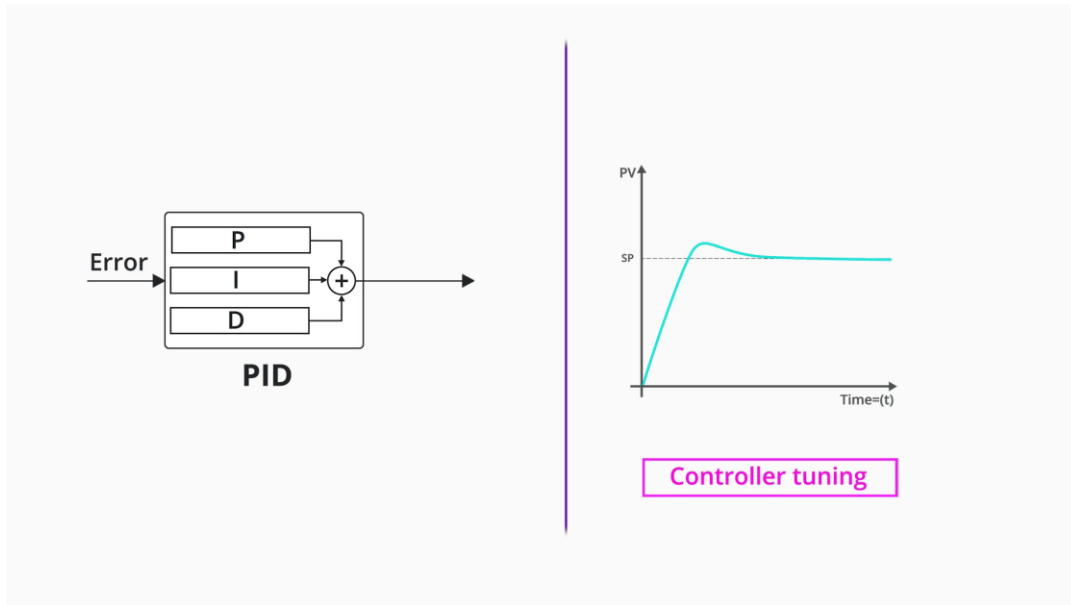
3) Μπλοκ παραγώγου

Το μπλοκ παραγώγου δημιουργεί ένα σήμα εξόδου ανάλογο με τον **ρυθμό μεταβολής** του σήματος σφάλματος.

Όσο πιο γρήγορα αλλάζει το σφάλμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η έξοδος της παραγώγου.



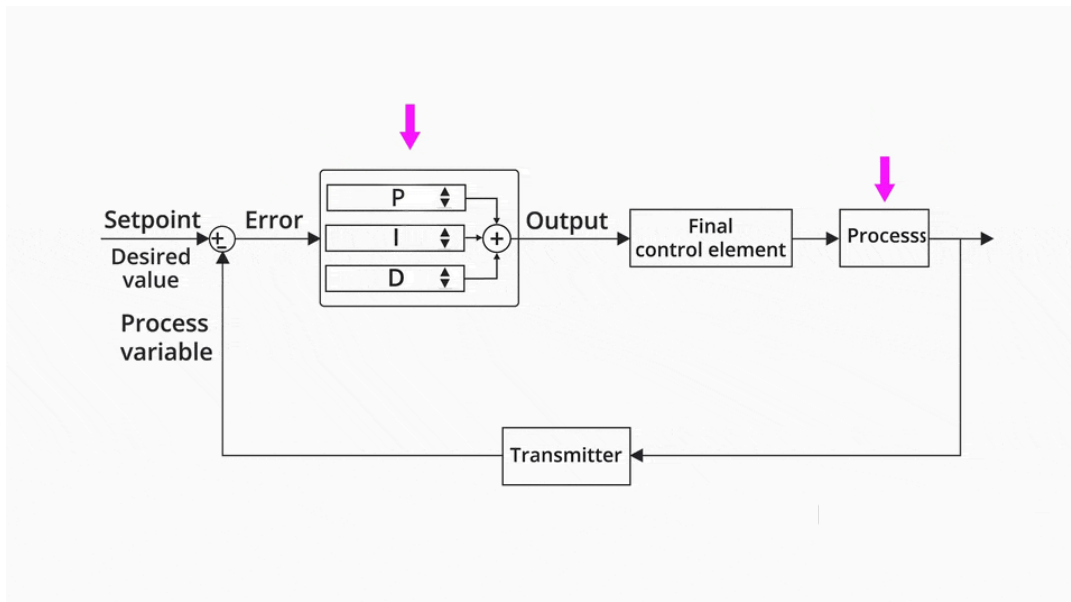
Ο έλεγχος παραγώγων **λειτουργεί προβλεπτικά** για να δει ποιο θα είναι το σφάλμα στο μέλλον και συμβάλλει ανάλογα στην έξοδο του ελεγκτή. Αυτό μας οδηγεί σε έναν όρο που ονομάζεται **Συντονισμός Ελεγκτή**.



Συντονισμός ελεγκτή

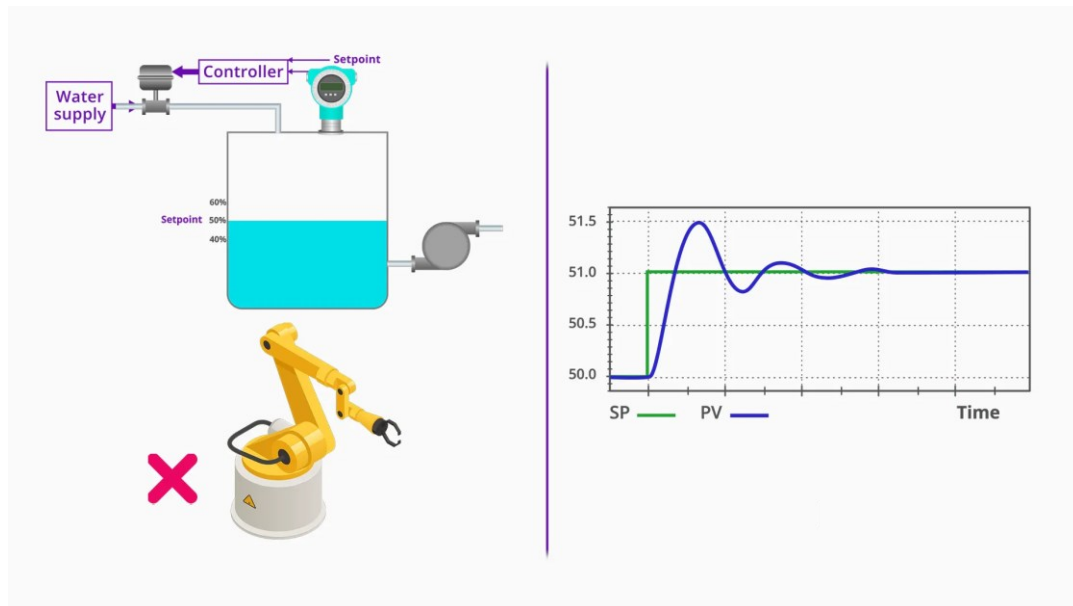
Είπαμε νωρίτερα ότι κάθε διεργασία αποκρίνεται διαφορετικά και ότι ο ελεγκτής PID καθορίζει πόσο και πόσο γρήγορα θα εφαρμοστεί η διόρθωση προσαρμόζοντας την αναλογική, την ολοκληρωτική και παραγωγική δράση.

Ο συντονισμός ελεγκτή περιλαμβάνει τη σωστή ρύθμιση των τιμών του ελεγκτή **P**, **I**, και **D** για συγκεκριμένες απαιτήσεις διεργασίας. Είναι ενδιαφέρον ότι οι σωστές ρυθμίσεις που επιτυγχάνονται με το Controller Tuning μπορεί να διαφέρουν πολύ μεταξύ των διεργασιών λόγω συγκεκριμένων απαιτήσεων.



Για παράδειγμα, αφού ρυθμιστεί ο ελεγκτής, μια βηματική μεταβολή σημείου ρύθμισης 1 τοις εκατό σε έναν έλεγχο στάθμης δεξαμενής παράγει μια απόκριση με απόσβεση τέταρτου κύματος (quarter-wave damped).

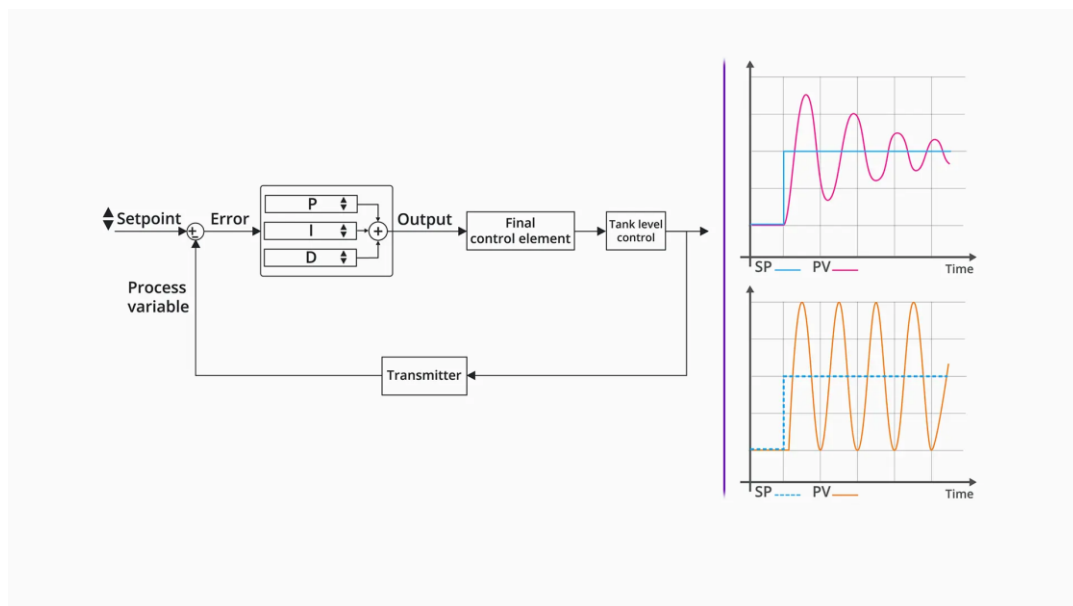
Αυτός ο τύπος απόκρισης μπορεί να είναι κατάλληλος σε μια διεργασία ελέγχου στάθμης δεξαμενής, αλλά θα μπορούσε να είναι καταστροφικός σε μια διεργασία ελέγχου κίνησης.



Μέθοδοι συντονισμού ελεγκτή

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές χειροκίνητες μέθοδοι για τον συντονισμό ενός ελεγκτή που περιλαμβάνει την παρατήρηση της απόκρισης της διεργασίας μετά την επιβολή αλλαγών στο σημείο ρύθμισης του ελεγκτή.

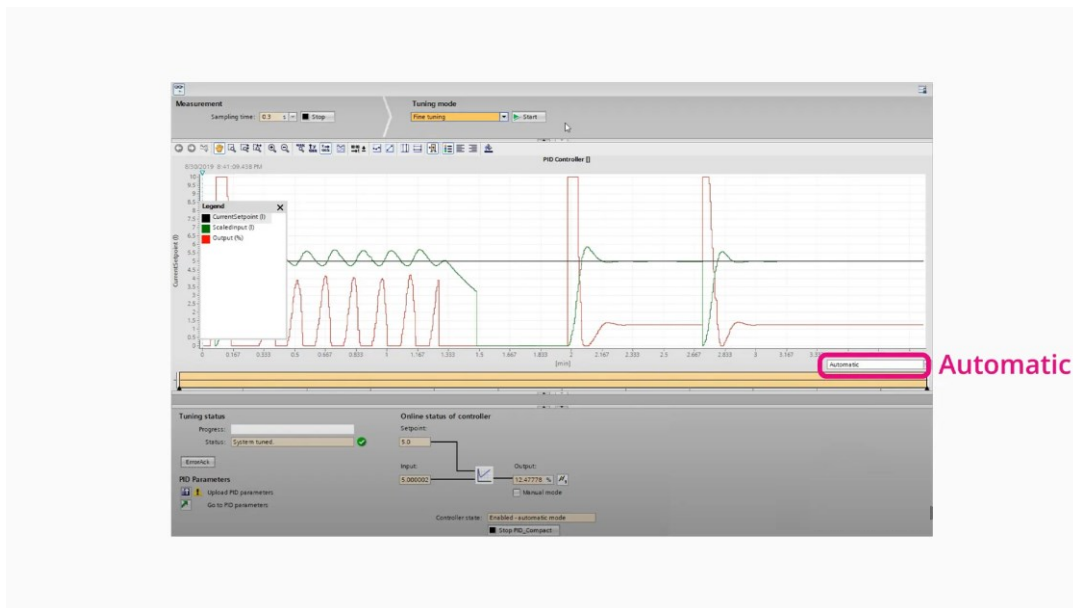
Μια μέθοδος περιλαμβάνει την αύξηση του ποσού της αλλαγής του σημείου ρύθμισης και την επανάληψη της διαδικασίας έως ότου η διεργασία εισέλθει σε κατάσταση μόνιμης ταλάντωσης.



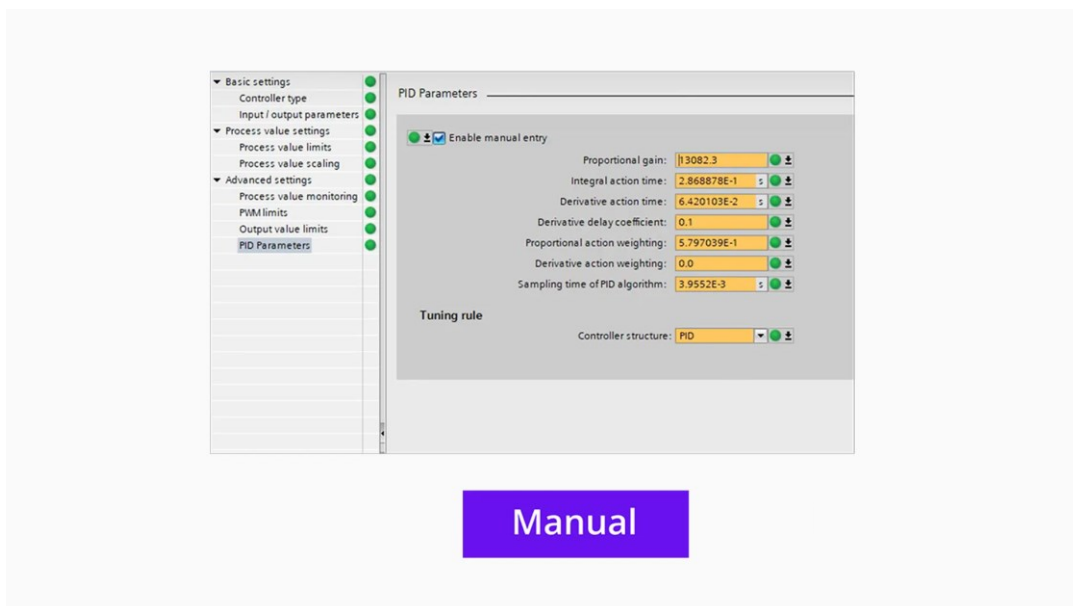
Αυτή η μέθοδος συντονισμού παράγει επαρκή αποτελέσματα, αλλά συχνά δεν είναι πρακτική σε πολλές εφαρμογές. Για παράδειγμα, πόσο πρακτικό είναι να αναγκάσουμε τη στάθμη του υγρού σε μια μεγάλη δεξαμενή να φτάσει σε μια μόνιμη ταλάντωση;

Οι περισσότεροι ελεγκτές διεργασίας, PLC και ελεγκτές βρόχου DCS που πωλούνται σήμερα έχουν δυνατότητα Αυτόματου Συντονισμού.

Ο ελεγκτής PID μαθαίνει πώς η διεργασία ανταποκρίνεται σε μια αλλαγή στο σημείο ρύθμισης και τις προτεινόμενες ρυθμίσεις PID.



Ανεξάρτητα από το αν οι αρχικές παράμετροι PID προέρχονται από μεθόδους χειροκίνητου ή αυτόματου συντονισμού, απαιτούνται συχνά πρόσθετες τροποποιήσεις από έμπειρους επαγγελματίες αυτοματισμού για να λάβουν την επιθυμητή απόκριση.



Περίληψη

- Ένας ελεγκτής ON/OFF ή Bang-Bang έχει μόνο δύο συνθήκες εξόδου και εναλλάσσεται απότομα μεταξύ αυτών των δύο συνθηκών.
- Σε έναν ελεγκτή PID, το P σημαίνει Αναλογικό (Proportional), το I σημαίνει Ολοκληρωτικό (Integral) και το D σημαίνει Παραγωγικό (Derivative).

Ο ελεγκτής PID είναι υπεύθυνος για τη διασφάλιση ότι η διεργασία παραμένει όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιθυμητή τιμή ανεξάρτητα από διάφορες διαταραχές.

- Ο ελεγκτής PID καθορίζει πόσο και πόσο γρήγορα θα εφαρμοστεί η διόρθωση χρησιμοποιώντας ποικίλες ποσότητες ενέργειας P, I και D.
- Το αναλογικό μπλοκ δημιουργεί ένα σήμα εξόδου ανάλογο με το μέγεθος του σήματος σφάλματος.
- Το μπλοκ ολοκληρωτικής δημιουργεί μια έξοδο ανάλογη με τη διάρκεια και το μέγεθος του σήματος σφάλματος.
- Το μπλοκ παραγώγου δημιουργεί ένα σήμα εξόδου ανάλογο με τον ρυθμό μεταβολής του σήματος σφάλματος.
- Ο συντονισμός ελεγκτή περιλαμβάνει τη σωστή ρύθμιση των τιμών του ελεγκτή P, I και D για συγκεκριμένες απαιτήσεις διεργασίας είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα.