

===== REGULATION ET ASSERVISSEMENT ===== COURS =====

{ {https://mistert.freeboxos.fr/cours/_/herbin/TSI-2022/régulation - asservissement/TSSI cours asservissement.pdf} } ---- ===== TP - Régulation de vitesse d'un moteur à courant continu avec PID =====

==== Objectifs du TP ==== * Mesurer la vitesse d'un moteur CC avec un codeur incrémental * Comprendre la différence entre boucle ouverte et boucle fermée * Mettre en œuvre progressivement un correcteur P, puis PI, puis PID * Observer l'erreur statique, le dépassement et la sensibilité au bruit ----

==== Travail demandé ==== * Décrire la réponse du moteur en boucle ouverte * Tracer ou décrire la courbe vitesse / consigne pour P * Expliquer pourquoi un écart statique persiste * Montrer comment l supprime cet écart * Comparer les dépassements pour P, PI et PID * Conclure sur l'intérêt des trois termes du PID ----

==== 1) Commande du moteur en boucle ouverte ==== Manipulations : * Envoyer une commande PWM fixe (ex : 50 %, puis 80 %) * Observer la vitesse indiquée par le programme * Bloquer légèrement l'axe du moteur avec le doigt Observations attendues : * La vitesse chute immédiatement lorsque l'axe est freiné * Le moteur ne corrige pas cette chute : c'est normal en boucle ouverte * La vitesse dépend de la charge, des frottements et de la tension Conclusion : La boucle ouverte ne permet pas de maintenir une vitesse constante ----

==== 2) Mise en place d'un correcteur P (Proportionnel) ==== Manipulations : * Activer le correcteur proportionnel : $u = K_p \cdot e$ * Fixer une consigne (ex : 200 ticks/s) * Freiner légèrement le moteur avec le doigt * Augmenter progressivement K_p : 0.2 → 0.5 → 1.0 → 2.0 Observations attendues : * Le moteur augmente la PWM pour compenser la perturbation * La vitesse remonte partiellement * Il reste un écart statique : $\text{vitesse réelle} < \text{consigne}$ * Si K_p devient trop grand : oscillations, vibrations, instabilité Conclusion : Le correcteur P réduit l'erreur, mais ne la supprime pas ----

==== 3) Mise en place du correcteur I (Intégral) ==== Manipulations : * Ajouter le terme intégral : $u = K_p e + K_I \int e(t) dt$ * Débuter avec $K_I = 0.05$, puis 0.1 max * Freiner l'axe puis relâcher Observations attendues : * L'erreur statique disparaît * La vitesse atteint précisément la consigne * Si K_I trop fort : dépassement, oscillations lentes, instabilité Conclusion : Le correcteur I supprime l'erreur statique, mais ne doit jamais être trop fort ----

==== 4) Mise en place du correcteur D (Dérivé) ==== Manipulations : * Ajouter le terme dérivé : $u = K_p e + K_I \int e dt + K_D \frac{de}{dt}$ * Tester avec $K_D = 0.01$, puis 0.05 * Freiner l'axe pour observer la réaction Observations attendues : * Le système est mieux amorti * Le dépassement diminue * La stabilité augmente Attention : Si K_D trop élevé → bruit, vibrations, instabilité Conclusion : Le terme D stabilise le système, mais n'améliore pas la précision ----

==== Synthèse des rôles P / I / D ====

^ Correcteur ^
 Rôle principal ^ Risques si trop fort ^ | P | réduit l'erreur | oscillations | | I | supprime l'erreur statique | dépassement, instabilité | | D | amortit, stabilise | amplification du bruit | ----

==== Code Arduino du TP =====

```
// ===== TP : PID pour régulation de VITESSE d'un moteur CC =====
// Mesure vitesse = codeur incrémental sur interruption // Consigne reçue par le Moniteur Série (en tr/min ou en ticks/s)
// --- Pont en H --- const int M_AV = 3; // PWM forward const int M_AR = 6; // PWM reverse // --- Codeur incrémental --- const int canalA = 2; // interruption 0 const int canalB = 11; volatile long ticks = 0; // compteur modifié par ISR // ===== PID ===== float consigne = 0; // vitesse ciblée (ex : en ticks/s) float kp = 0.8; // gains PID : à régler en TP float ki = 0.1; float kd = 0.05; float erreur, erreurPrec = 0; float integral = 0; // ===== Mesure période ===== unsigned long lastMeasure = 0; const unsigned long period = 100; // calcul vitesse toutes les 100 ms // ===== Prototypes ===== void ISR_codeur(); void commandeMoteur(float pwm); float lireConsigne(); void setup() { Serial.begin(9600); pinMode(M_AV, OUTPUT); pinMode(M_AR, OUTPUT); pinMode(canalB, INPUT); attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(canalA), ISR_codeur, RISING); Serial.println("==== TP : Regulation PID de vitesse ===="); Serial.println("Entrez une consigne en ticks/s (ex : 200):"); } // ===== BOUCLE PRINCIPALE =====
void loop() { // --- Lecture consigne si disponible --- if (Serial.available() > 0) { consigne = lireConsigne(); Serial.print("Nouvelle consigne = "); Serial.println(consigne); } // --- Boucle PID toutes les 100 ms --- unsigned long now = millis(); if (now - lastMeasure >= period) { lastMeasure = now; long ticksMesures = ticks; // copie atomique ticks = 0; // RAZ pour prochaine fenêtre float vitesse = ticksMesures * (1000.0 / period); // en ticks/s //
```

```
===== PID ===== erreur = consigne - vitesse; integral +=
erreur * (period / 1000.0); float deriv = (erreur - erreurPrec) / (period / 1000.0); erreurPrec = erreur;
float commande = kp * erreur + ki * integral + kd * deriv; // Limiter entre -255 et 255 if (commande >
255) commande = 255; if (commande < -255) commande = -255; commandeMoteur(commande); // --
- Affichage TP --- Serial.print("Consigne="); Serial.print(consigne); Serial.print(" | Vitesse=");
Serial.print(vitesse); Serial.print(" | PWM="); Serial.println(commande); } } // =====
INTERRUPTIONS CODEEUR ===== void ISR_codeur() { if (digitalRead(canalB)) ticks++; else
ticks--; } // ===== COMMANDE MOTEUR ===== void commandeMoteur(float pwm)
{ if (pwm >= 0) { digitalWrite(M_AR, LOW); analogWrite(M_AV, pwm); } else { digitalWrite(M_AV,
LOW); analogWrite(M_AR, -pwm); } } // ===== LECTURE CONSIGNE ===== float
lireConsigne() { String txt = Serial.readStringUntil('\n'); txt.trim(); return txt.toFloat(); } </code>
```

From: <https://mistert.freeboxos.fr/dokuwiki/> - Wiki de Sébastien TACK

Permanent link: https://mistert.freeboxos.fr/dokuwiki/doku.php?id=ssi_elec_regulation_asservissement&rev=1764425327

Last update: 2025/11/29 14:08

