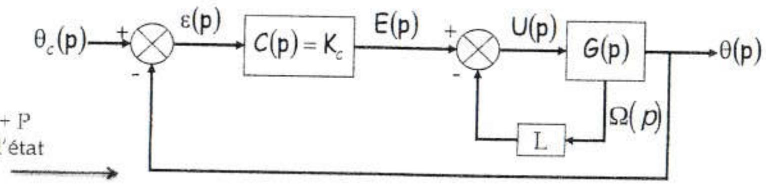
Actions usuelles

Action Tachymétrique
Correcteur tachymétrique → Cf cours 1A



Action Tachymétrique + P
Correcteur par retour d'état →

$$U(p) = K_C\,\theta_C(p) - K_C\theta(p) - L\Omega(p)$$

Accès à une composante dérivée de la sortie ou mise en place d'une action dérivée (Risque de dégradation)

Action proportionnelle
Correcteur par retour de sortie statique

-> Définition de « statique » et « dynamique »

Actions usuelles (2A)

Mise en place d'une commande par rétro-action:

- à partir du vecteur d'état du modèle (s'il peut être mesuré ou observé): cette première hypothèse nécessite une synthèse dans l'espace d'état;

- à partir du vecteur de sortie du système: la synthèse peut alors se faire dans le domaine fréquentiel ou dans le domaine temporel.

Commande par rétro-action de type:

- statique: on exploite de simples combinaisons linéaires des sorties ou des composantes du vecteur d'état;

- dynamique: la rétroaction est elle-même linéaire (multi)variable, variant dans le temps.

-> retour statique d'état ;
-> retour statique de sortie ;
-> retour dynamique de sortie (cas de l'observateur)

2ème Réponse à la problématique de la boucle fermée

Dynamique du système

$$G(p) = \frac{S(p)}{U(p)}$$

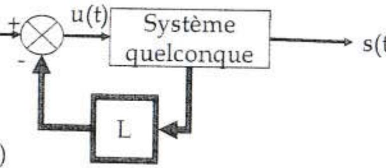
u(t) = e(t) – L.s(t)

$$F(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = \frac{G(p)}{1+G(p)L}$$

Loi de commande proportionnelle à savoir calculer analytiquement et graphiquement (1A)

CC: Tr, D%... Pôles désirés

e(t) consigne



$\dot{x} = Ax + Bu$

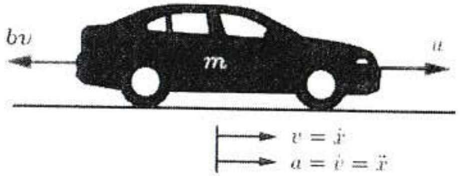
$s = Cx$

u(t) = e(t) – L'x(t)

$$F(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = C(pI-(A-BL'))^{-1}B + D$$

Loi de commande par retour d'état à savoir calculer analytiquement (2A)

Correction proportionnelle: simple mais « limitée »



(m) masse du véhicle 1000 kg
(b) coefficient d'amortissement 50 N.s/m
(u) force 500 N

$$m\dot{v} + bv = u$$

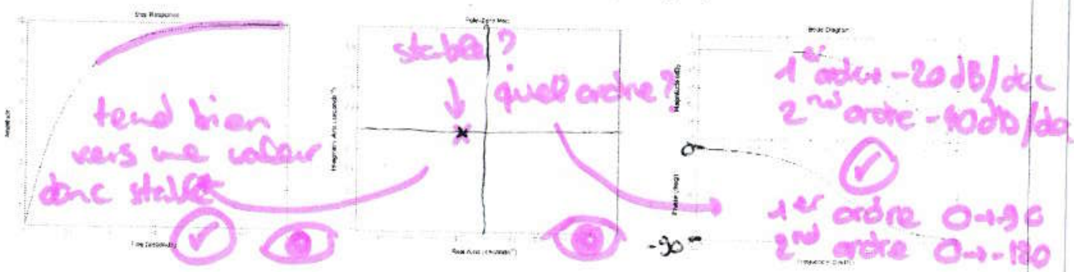
$$\dot{x} = [\dot{v}] = \left[\frac{-b}{m}\right]v + \left[\frac{1}{m}\right]u$$

Matlab

```
>> m = 1000;
>> b = 50;
>> t = 0:0.1:10;
>> u = 500*ones(size(t));

>> A = [-b/m];
>> B = [1/m];
>> C = [1];
>> D = [0];
>> sys = ss(A, B ,C ,D);
```

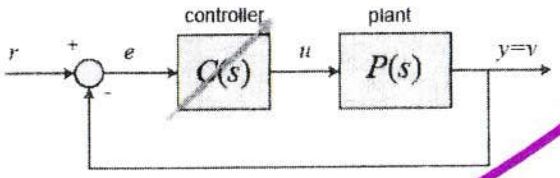
espace d'état



Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

Cas général:

$P(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ e(t) = C(r(t) – y(t)) $F(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{C(s)P(s)}{1+C(s)P(s)}$



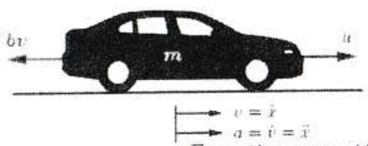
Loi de commande proportionnelle (Faire varier C)

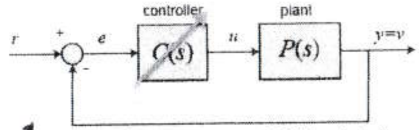
Equation caractéristique : 1+ C(s)P(s) = 0

Correspond aux pôles de non asservissement (Cahier des charges client)

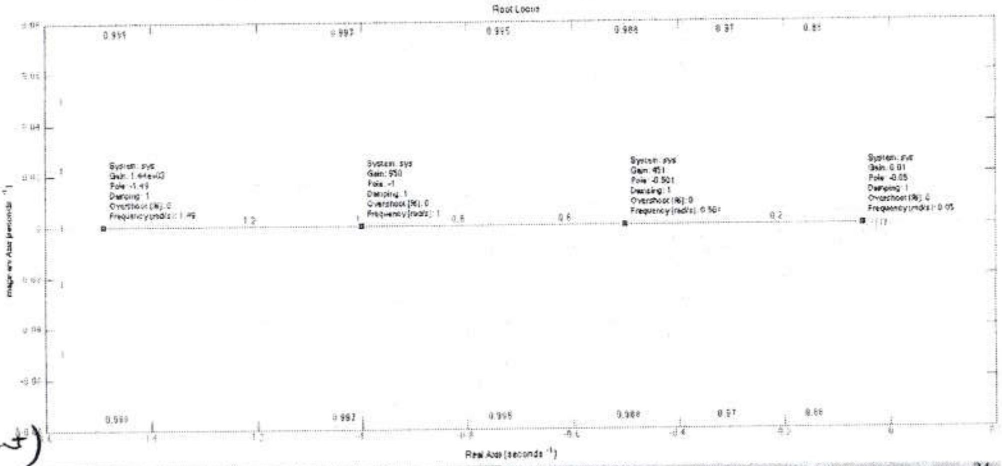
Lieu des pôles (aussi lieu des racines ou lieu d'Evans)

Correction proportionnelle: simple mais « limitée »



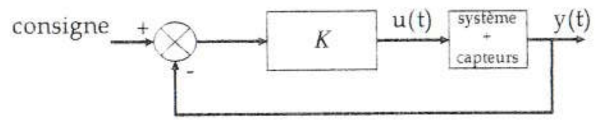


Equation caractéristique : 1+ C(s)P(s) = 0 si C(s)= k >0



Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

On peut se satisfaire de la commande proportionnelle.



exemple $G(p) = \frac{1}{(p+1)(p+2)(p+6)}$

- Degrés n ≡ Denominateur → 3
- Degrés m ≡ Num → 0
- Nombre de branches
  ↳ deg(n) = 3
  (-1, -2, -6)
- Point de départ = pôle de BO

Comment « bien » choisir la valeur de K?

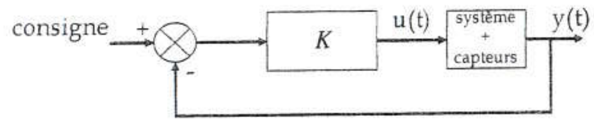
Mise en place d'une technique automatique du tracé des pôles de la BF.

Le lieu des racines (appelé également lieu d'Evans) est le nom donné au tracé, dans le plan complexe, de l'évolution des pôles de la boucle fermée en fonction d'un gain K variant de 0 à +∞.

- Point d'arrivé = zeros de BO
- nombre d'asymptotes
  ↳ n – m = 3 – 0 = 3

Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

Le lieu des racines



Système + capteurs: $G(p) = \frac{\prod_{i=1}^{m}(p - z_i)}{\prod_{i=1}^{n}(p - p_i)}$ où m : nombre de zéros et n : nombre de pôles

Equation caractéristique de la boucle fermée F(p) : 1+ KG(p) = 0

KG(p): Boucle ouverte

G(p) peut s'écrire avec 2 polynômes Num(p) et Den(p) tels que: 1+ KN(p)/D(p) = 0

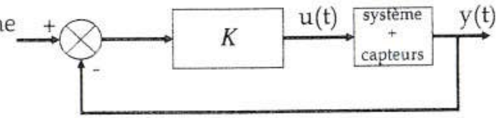
Les pôles de F(p) sont les racines de D(p)+ KN(p) = 0.

2 règles importantes:
Les points de départ des branches sont les pôles de la BO. Quand K=0 les pôles de F(p) sont les pôles de G(p).

Les points d'arrivée des branches sont les zéros de la BO. Quand k tend vers + ∞ ,les pôles de F(p) sont les racines de N(p) =0 (zéros de G(p)).

Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

Le lieu des racines



Système + capteurs:

$$G(p)=\frac{\prod_{i=1}^{m}(p-z_i)}{\prod_{i=1}^{n}(p-p_i)}$$

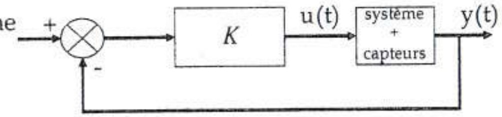
où m : nombre de zéros et n : nombre de pôles

Ensemble des règles : complément en TD

Ce qui est important: on ne peut pas placer les pôles où l'on veut dans le plan complexe (notion de commande « limitée ») et les uns par rapport aux autres. Par contre, il est facile de définir un gain K ayant de « bonnes » performances (régime transitoire, stabilité, précision).

Exercice sur la Correction proportionnelle (exemple TD)

Jouez sans savoir?



Système + capteurs:

$$G(p)=\frac{\prod_{i=1}^{m}(p-z_i)}{\prod_{i=1}^{n}(p-p_i)}$$

où m : nombre de zéros et n : nombre de pôles

$n=3$ $m=0$ $n-m=3-0=3$

EXEMPLE $G(p)=\dfrac{1}{(p+1)(p+2)(p+6)}$

Nb de branche $\deg(n)=3$

Angle des asymptotes

$\alpha=\left(\dfrac{2\lambda+1}{n-m}\right)\pi$ $\underline{\lambda=0 \to n-1}$

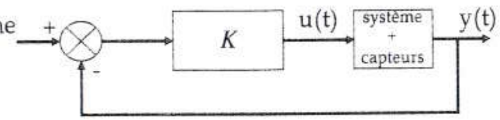
Premier éléments de réponse:

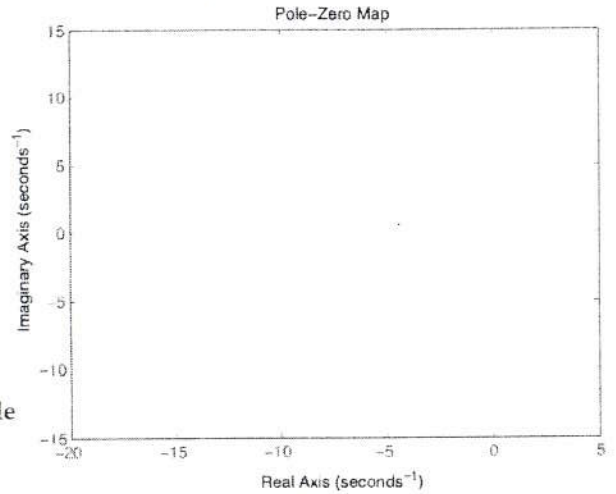
FTBO:

FTBF:

Exercice sur la Correction proportionnelle (exemple TD)

$$G(p)=\frac{1}{(p+1)(p+2)(p+6)}$$





Pôles?

Zéros?

Nbre de branches?

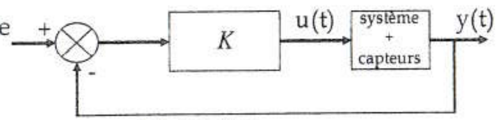
Points de départ?

Points d'arrivée?

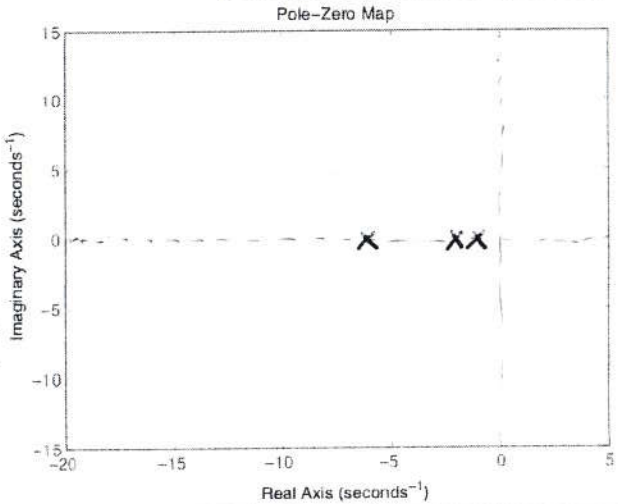
Placer les points d'arrivée et de départ sur la figure ci-contre

Exercice sur la Correction proportionnelle (exemple TD)

$$G(p)=\frac{1}{(p+1)(p+2)(p+6)}$$



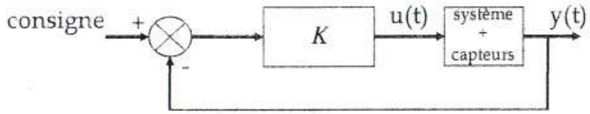
Intersection des asymptotes sur l'axe réel?

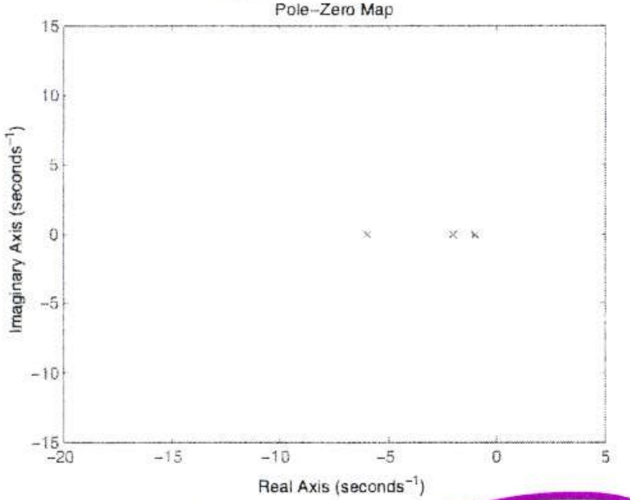


Placer le point d'intersection des asymptotes sur l'axe réel

Exercice sur la Correction proportionnelle (exemple TD)

$$G(p) = \frac{1}{(p+1)(p+2)(p+6)}$$





- Parcours de l'étudiant? (partie de l'axe réel « accessible »)

Placer les parties accessibles de l'axe réel

Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

Le lieu des racines

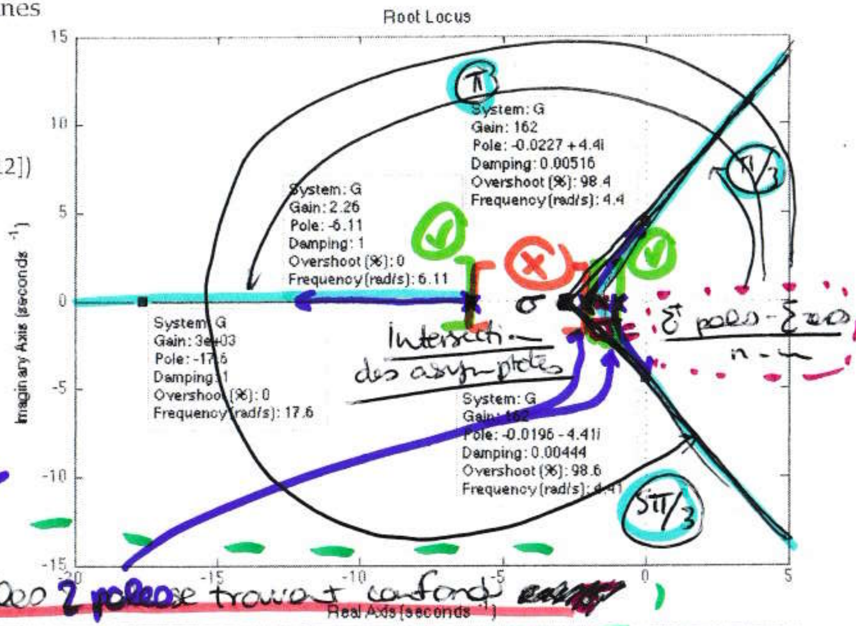
avec Matlab :

```
>> G=tf(1,[1 9 20 12])
>> rlocus(G)
```

nombre de pôles − nombre de zéros

k 0 → +∞

le meilleur choix de pôle c'est lorsque les 2 pôles se trouvent confondus



Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

Le lieu des racines

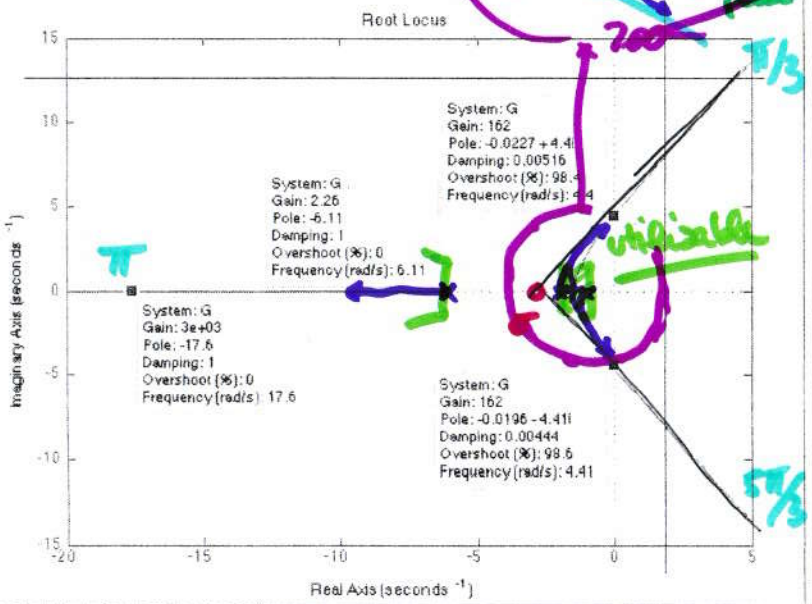
```
>> [K, pp]=rlocfind(G)

K =

  1.1310

pp =

 -6.0552
 -1.4724 + 0.0236i
 -1.4724 - 0.0236i
```



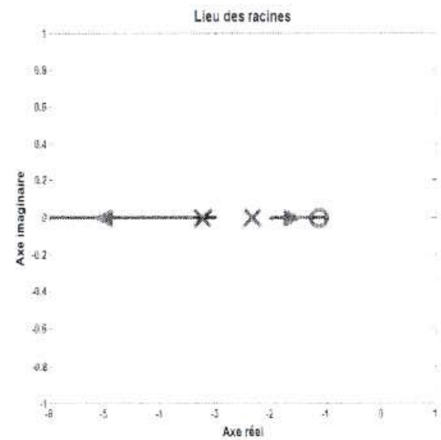
Correction proportionnelle: simple mais « limitée »

Le lieu des racines

$$G(p) = \frac{p+1}{(p+2)(p+3)}$$

avec Matlab :

```
>> G=tf([1 1],[1 5 6])
>> zpk(G)
>> rlocus(G)
```



Attention à ne pas demander n'importe quoi en terme de pôles désirés (tout le cahier des charges ne sera pas réalisable)