

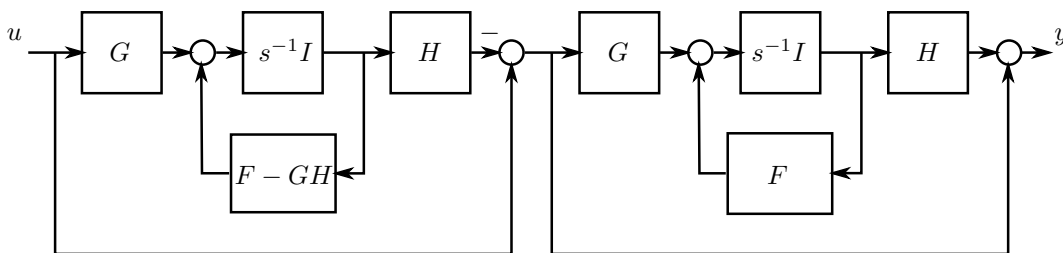
EE363 Automatic Control: Midterm exam (3 problems, 80 minutes)

- 1) *Stabilizing initial condition (10 points)*. 다음과 같은 미분방정식에 의해 기술되는 동역학 시스템을 생각하자.

$$\begin{aligned} \dot{x} &= 4x - 3y \\ \dot{y} &= -5x + 2y \end{aligned}$$

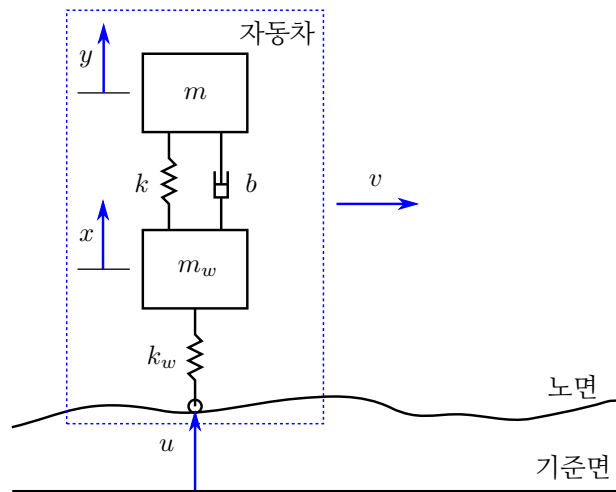
이 시스템은 어떠한 초기 조건에 대해서는 상태변수 (x, y) 가 0으로 수렴하며, 그 외의 다른 초기 조건에 대해서는 발산하는 특징을 가지고 있다. 이 동역학 시스템을 0으로 수렴시키는 초기 조건 (x_0, y_0) 를 모두 구하시오.

- 2) *Block diagram simplification (10 points)*. 다음의 블록 다이어그램에 나타난 입력 u 와 출력 y 에 대한 전달함수 $T(s) = Y(s)/U(s)$ 를 구하시오. 나타나는 F, G, H, I 는 모두 적당한 크기의 실수 상수 행렬이며, I 는 단위행렬이다. 정답은 가능한 한 단순한 형태로 표현해야 함.



3) *Speed bumps(10 points)*. 울퉁불퉁한 노면 위를 주행하는 자동차의 수직방향 진동을 다음 그림과 같이 모델링한다. 자동차는 타이어를 제외한 차체 m 과 타이어 m_w 의 두 물체가 스프링 k 와 댐퍼 b 로 구성된 서스펜션으로 이어진 것으로 단순화하며, 타이어와 지면 사이의 탄성력은 스프링 k_w 로 모델링한다. 자동차 전체는 속도 v 로 주행하며, 스프링과 댐퍼는 수직 방향으로만 늘어나고 줄어든다고 가정한다. 모든 스프링과 댐퍼는 선형모델을 가정한다 (문제 풀이 과정 중, 이 외에 특별한 가정이 추가적으로 필요하면 명확히 기술하시오).

- m : 타이어를 제외한 차체 중량 (=2,000kg)
- m_w : 타이어의 중량 (=100kg)
- b : 서스펜션 시스템의 댐핑계수 (=40,000Ns/m)
- k : 서스펜션 시스템의 탄성계수 (=500,000N/m)
- k_w : 타이어의 탄성계수 (=4,000,000N/m)
- u : 기준면으로부터 노면의 높이
- x : 평형상태로부터 타이어의 수직방향 이동변위
- y : 평형상태로부터 차체의 수직방향 이동변위



- a) 높이 2cm의 과속 방지턱 20개가 10m 간격으로 줄줄이 나타나는 과속 위험 구간을 이 자동차가 등속으로 지나간다고 할 때, 승객이 가장 기분 나쁘게 느낄 주행속도는 시속 몇 km일까? 정확한 값이 아닌 근사치를 제시하면 되지만, 필요하다고 생각되면 컴퓨터를 사용해도 좋음.
- b) 문제의 서스펜션 시스템은 잘 설계되어 있다고 생각되는가? 이유를 설명하고, 개선할 점이 있다면 개선 방법을 설명하시오.
- c) 문제의 과속 방지턱들은 잘 배치되어 있다고 생각되는가? 이유를 설명하고, 개선할 점이 있다면 개선 방법을 설명하시오.