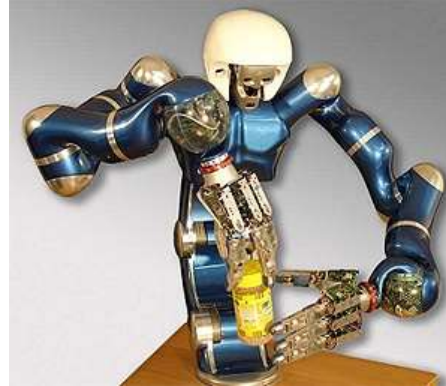


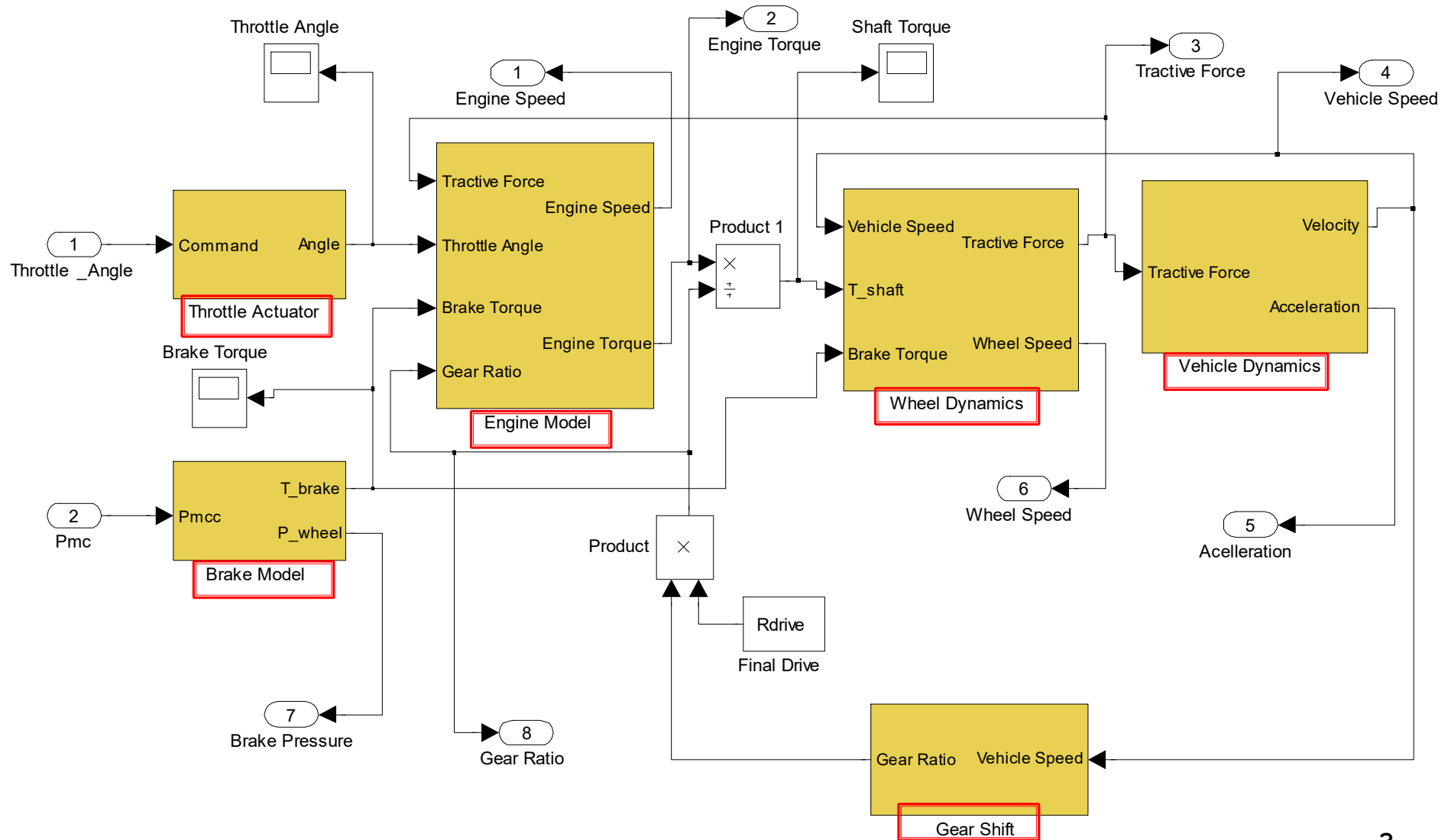
Control System Design for Automated Driving

Lecture 06



Simulink Model of Vehicle Longitudinal Dynamics

Simulink Model of Vehicle Longitudinal Dynamics



트랜스미션 제어

▶ 수동 변속기

- 운전자가 차량에 걸리는 다양한 부하의 변동폭에 맞추어 클러치를 이용하여 주행에 필요한 적절한 회전 수 및 출력을 얻는데 필요한 기어를 결정.



▶ 자동 변속기

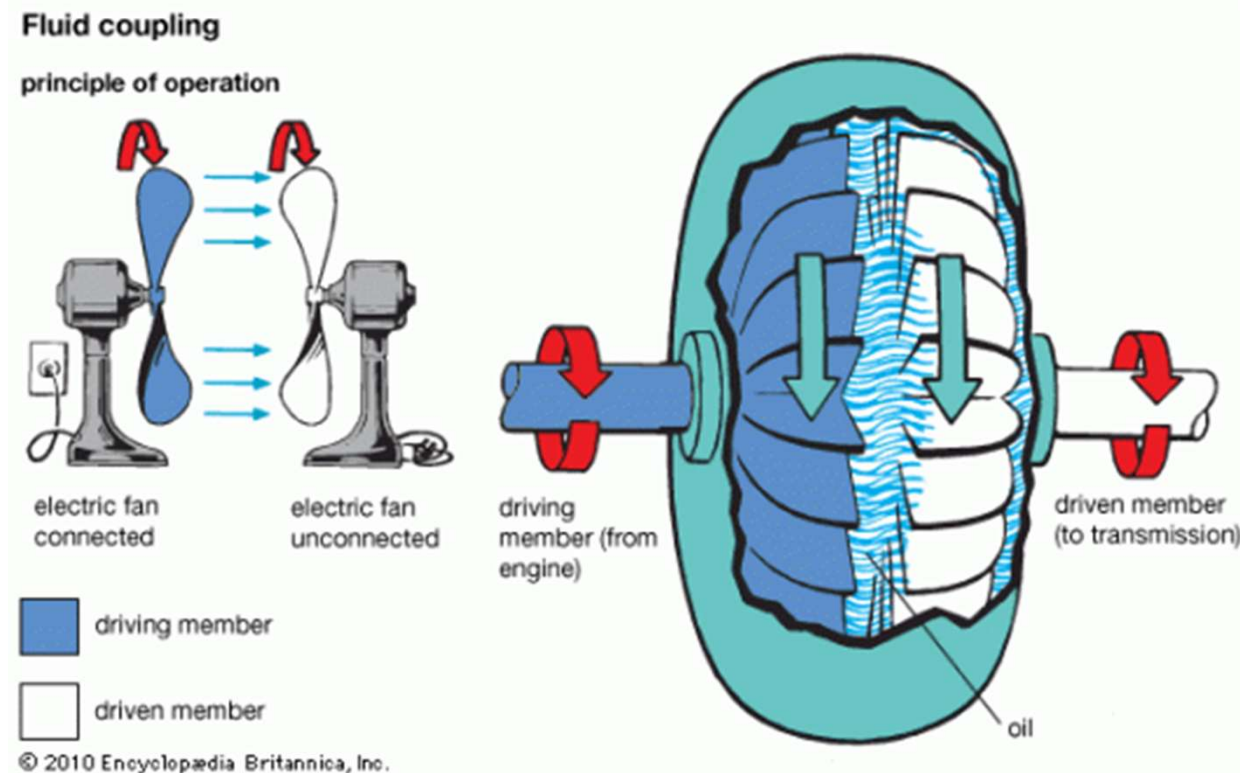
- 차량속도와 엔진의 상태에 따라서 차량이 스스로 적절한 기어로 변경
- **장점**
 - 빈번한 레버조작이 필요없고 가속시 쇼크가 적음
 - 조작 실수에 의한 엔진 과부하 및 정지의 우려가 적음
- **단점**
 - 유체를 매개로 하여 동력을 전달함으로써 전달 효율이 나쁘고 연비도 수동 변속기에 비하여 떨어짐.



자동변속기의 특징

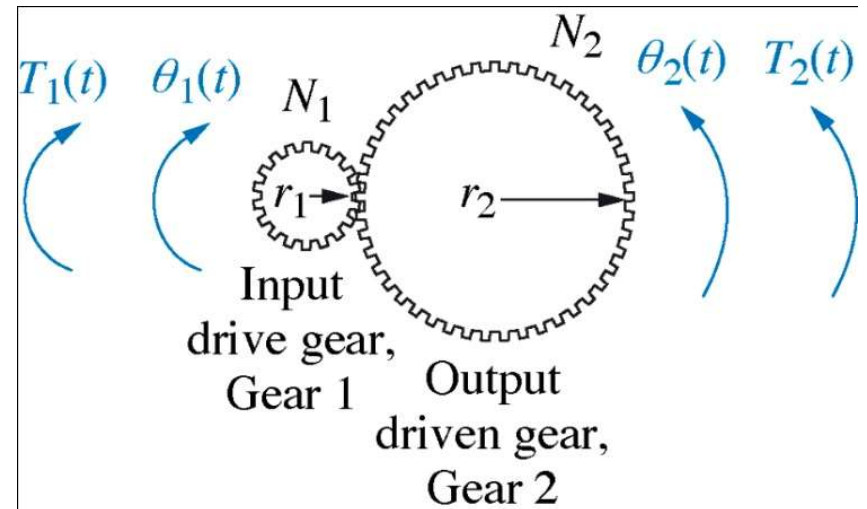
▶ 토크 컨버터

- 수동 변속기의 클러치의 역할
- 컨버터 내의 오일을 매체로 엔진의 힘을 트랜스미션에 전달



자동변속기의 특징

▶ 기어비와 토크의 관계



- Geometric relation

$$r_1 \theta_1 = r_2 \theta_2 \Rightarrow \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- Conservation of work

$$T_1 \theta_1 = T_2 \theta_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

- Torque relation

$$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

Transmission Control Unit

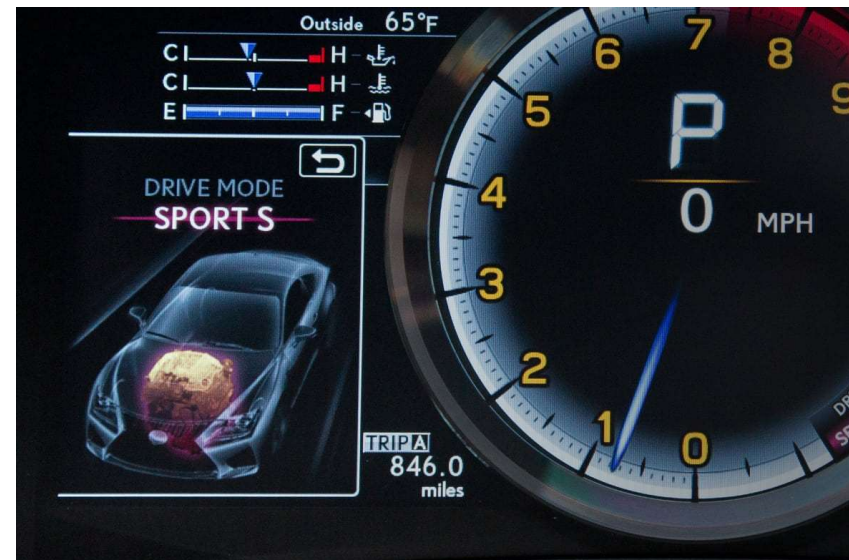
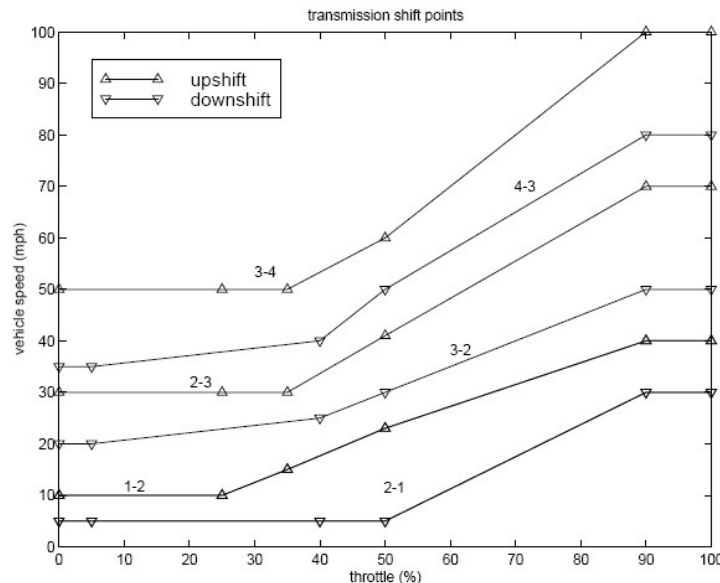
▶ Transmission Control Unit (TCU)

- 입력신호를 받아 변속시에 필요한 Solenoid Valve를 제어함으로서 자동으로 변속이 이루어지도록 제어
- 입력값
 - Vehicle Speed Sensor
 - Wheel Speed Sensor
 - Throttle Position Sensor
 - Turbine Speed Sensor
 - Transmission Fluid Temperature Sensor
 - 기타 (Transmission Mode, Cruise Control SW, 등)
- 연비향상, 변속 시 충격완화를 최소화하여 승차감을 향상시키기 위하여 적절한 제어를 수행

변속 패턴

▶ TCU에 프로그램에 의한 변속패턴

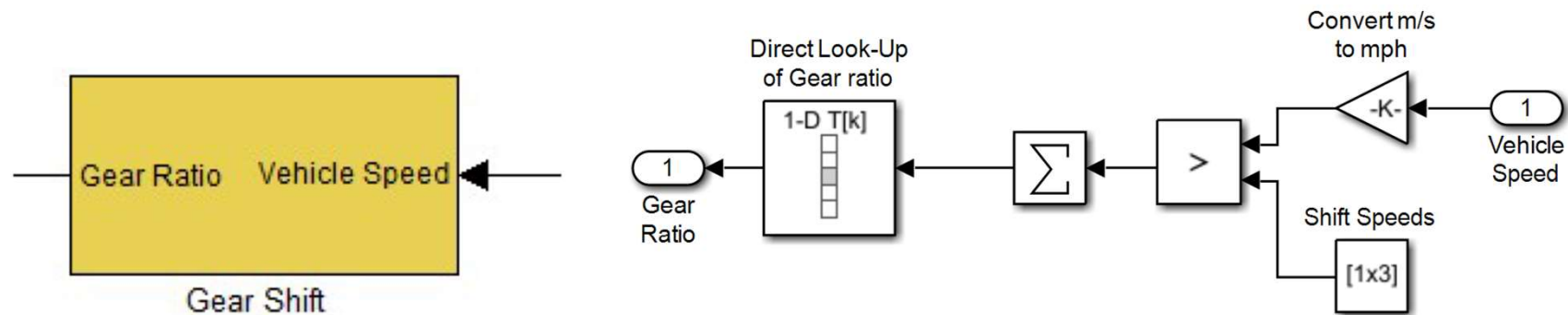
- Up-shift : 1, 2, 3, 4 차례로 변속
- Down-shift : 4, 3, 2, 1 차례로 변속
- Kick-down Shift : Throttle 개도를 85% 이상 작동시켜 강제적으로 Down-shift 시켜 구동력을 얻는 것
- 최근에는 차량이 원하는만큼 가속하지 못할 때 (예: 경사길) 자동으로 Down-shift 시킬 수 있도록 프로그램 함. 그 외 다양한 프로그램 모드 기능을 제공



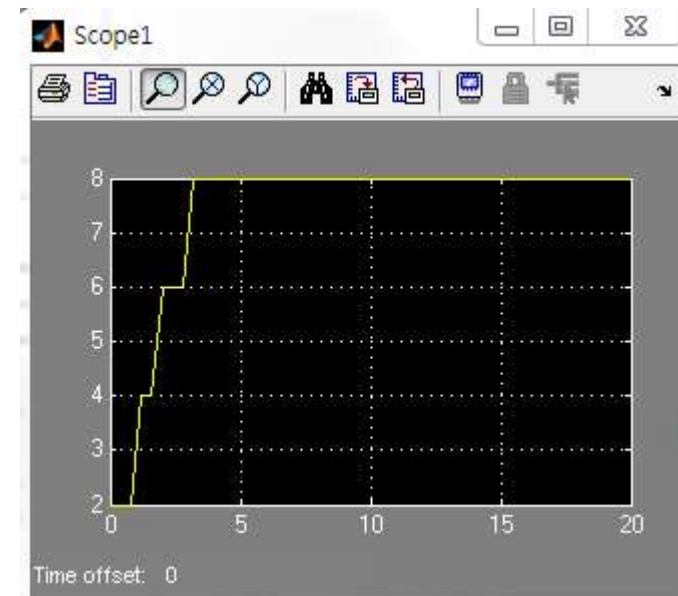
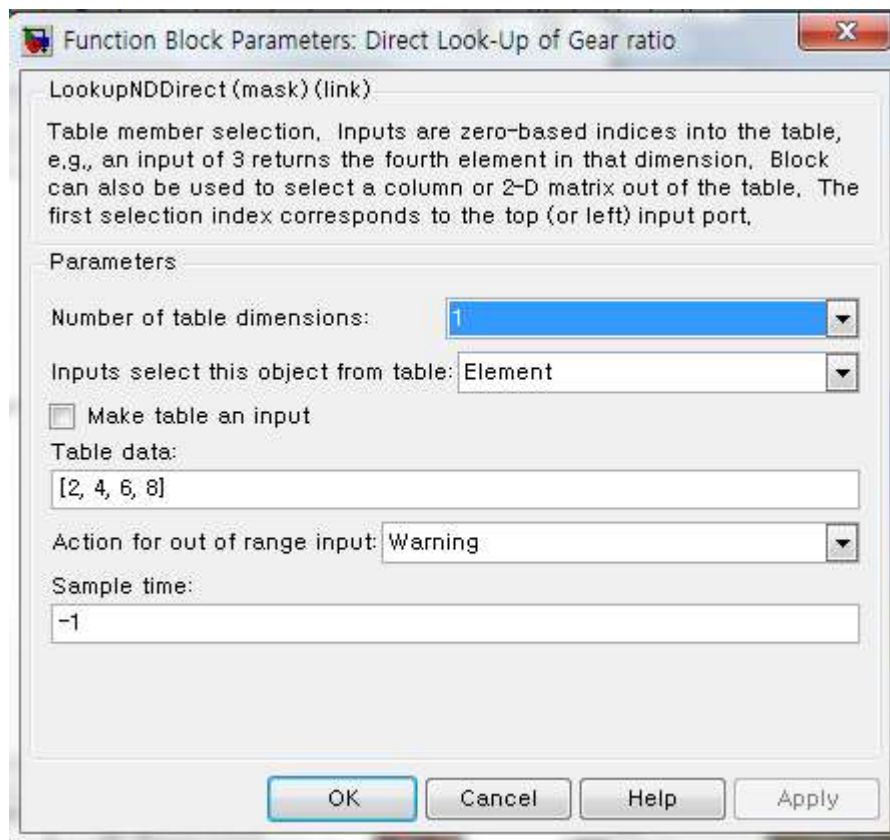
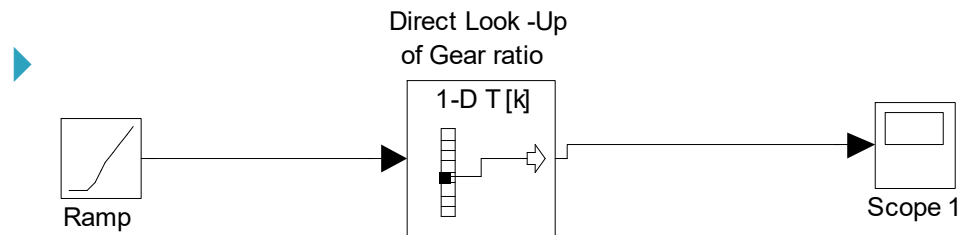
Transmission Model

► Assumption

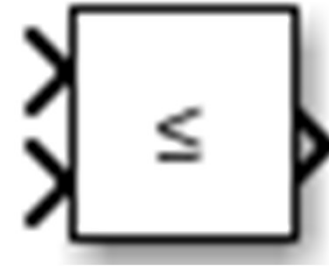
- No torque converter and no transmission loss.
- Instant switching with respect to vehicle speed



Transmission Model



Transmission Model



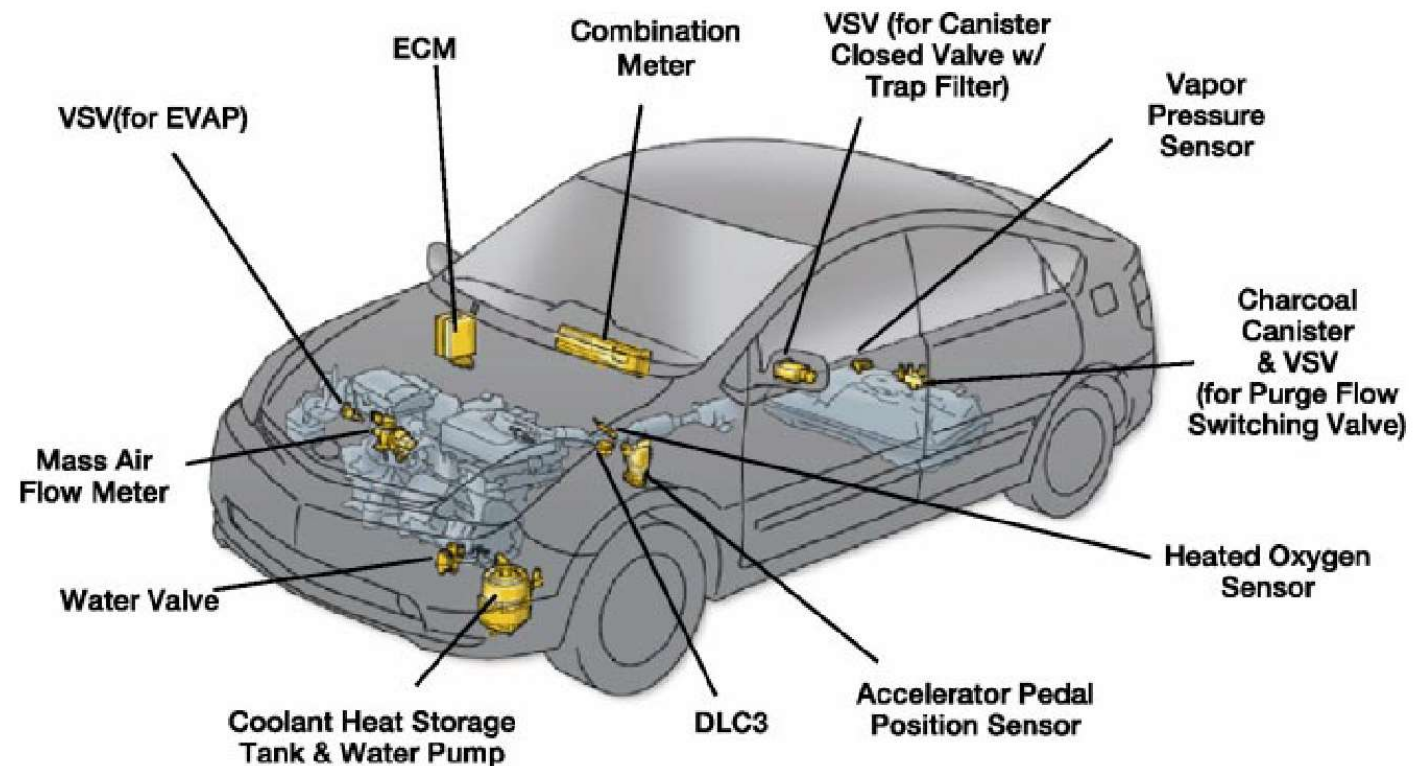
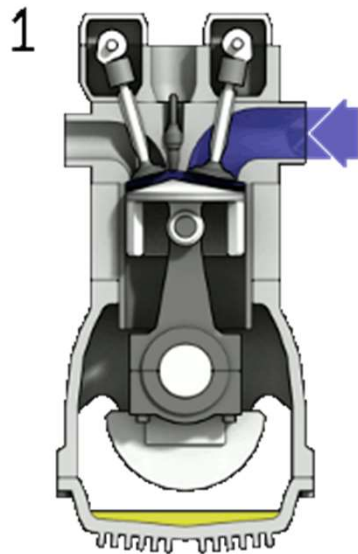
► Relational operator

- Perform specified relational operation on inputs.
- Operation
 - $==$: True if the first input is equal to the second input
 - $<$: True if the first input is less than the second input
 - $>=$: True if the first input is greater or equal to the second input
- Vector Example
 - $[2,4,6,8] > [2] = [0 \ 1 \ 1 \ 1]$

엔진제어시스템 (Engine Management System, EMS)

▶ ECU (Electronic Control Unit)

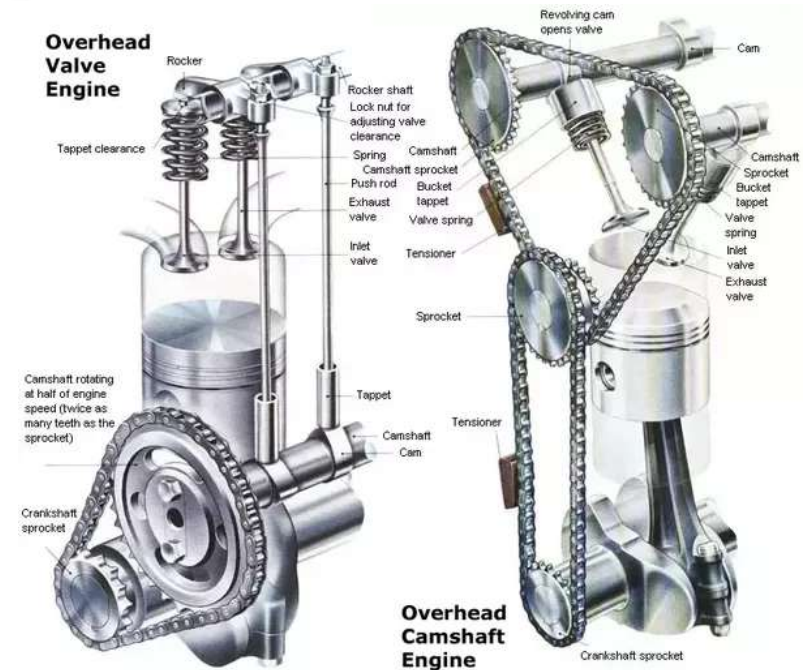
- 각종 센서로 부터 정보를 받아들여 제어와 관련된 Actuator를 구동하는데 필요한 연산을 수행.



엔진제어시스템의 개발

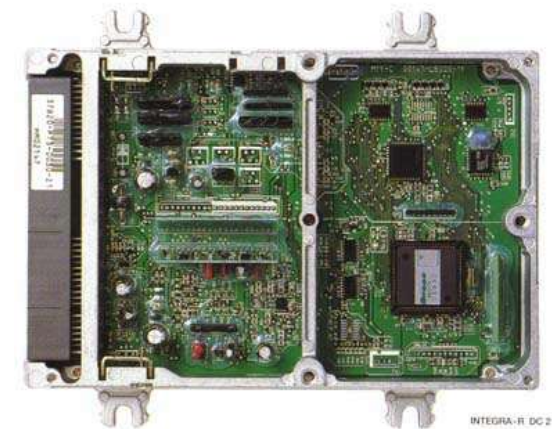
▶ 과거 EMS 구성

- 기계적인 제어시스템 (크랭크와 연동된 캠 및 벨트 기반)을 사용
- 복잡한 구조로 인하여 제작 및 유지가 어려움
- 강화되어가는 배기가스 및 연비를 만족시키기 위한 정밀한 엔진제어가 어려움



▶ 최신 EMS 개발

- ECU에 내장된 제어프로그램을 이용하여 기존의 기계식 제어시스템에 비해 적은 수의 부품으로 정밀한 제어가 가능
- 반도체 및 마이크로 컴퓨터의 발달로 제어부품의 가격이 낮아지고 신뢰도 역시 비약적으로 향상됨.



엔진제어시스템 개발동향

▶ 배기가스의 문제

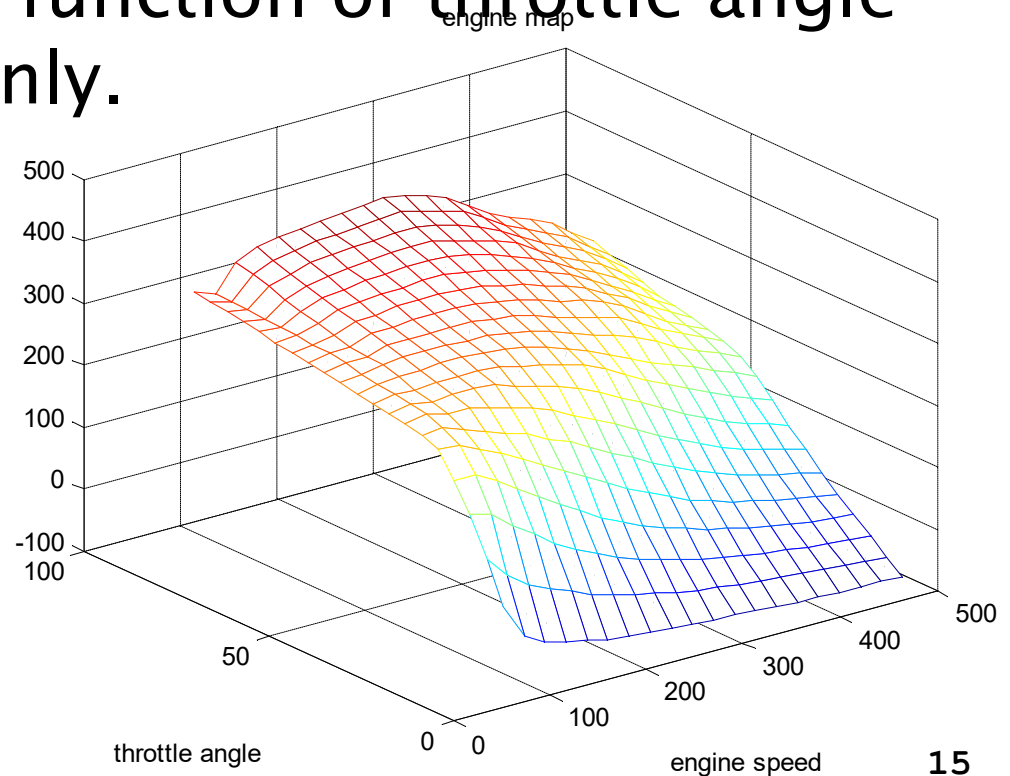
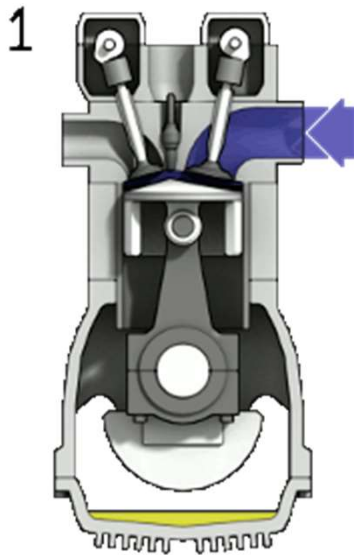
- 가솔린이 완전연소하면 주성분은 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2), 수증기(H_2O) 로 분해됨
- 그러나 실제 연소과정을 통해서는 불완전연소로 인해 일산화탄소, 질소산화물과 탄화수소 등의 각종 배기가스가 발생함.

▶ 연료절감의 문제

- 만일 완전연소가 가능하더라도 온실가스로 알려진 이산화탄소의 발생량을 억제하기 위하여서는 연료의 소모량을 줄이는 것만이 가능함
- 정밀한 엔진제어를 통하여 연비향상 및 이산화탄소 발생량을 줄이기 위한 대책이 마련되어야 함

Engine Model

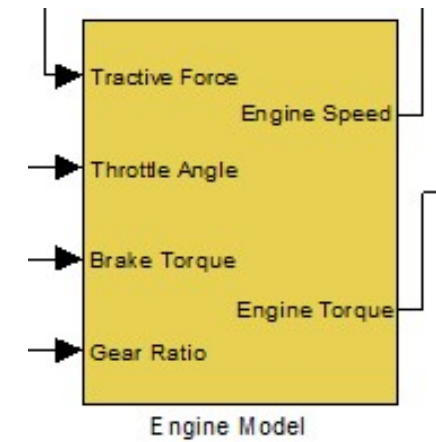
- ▶ Generally provided by the manufacturer.
- ▶ Output torque is a function of many variables such as air pressure, temperature engine speed and throttle angles.
- ▶ Simplified map as a function of throttle angle and engine speed only.



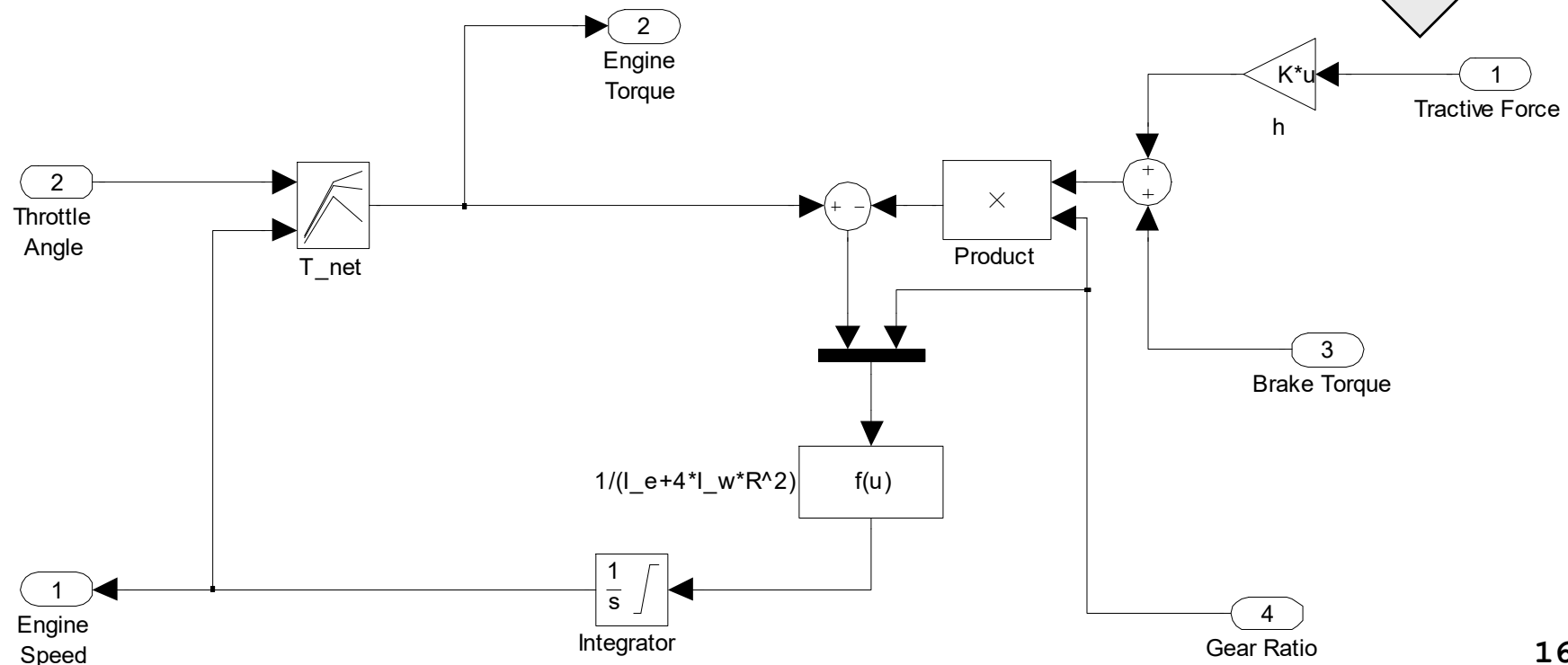
Engine Model

▶ Simulink Model

- With the assumption of no transmission loss

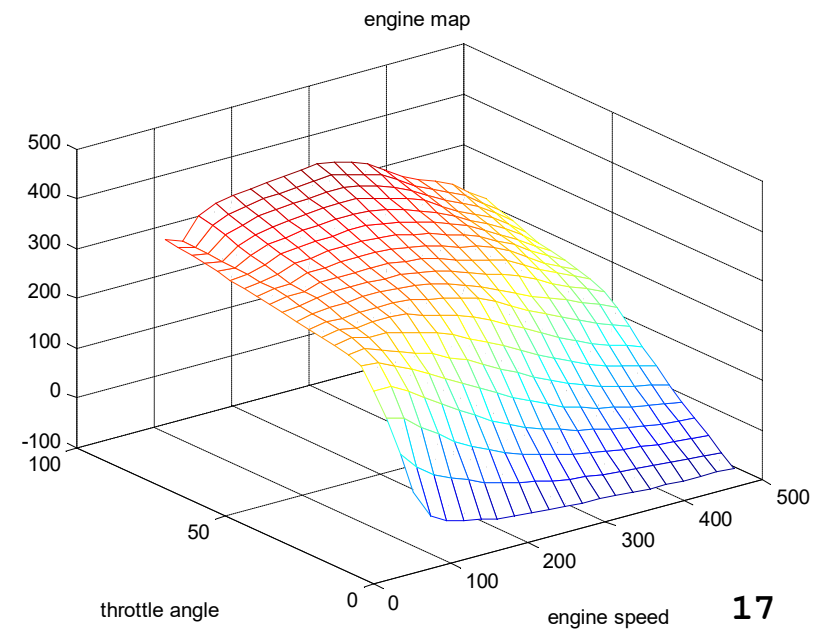
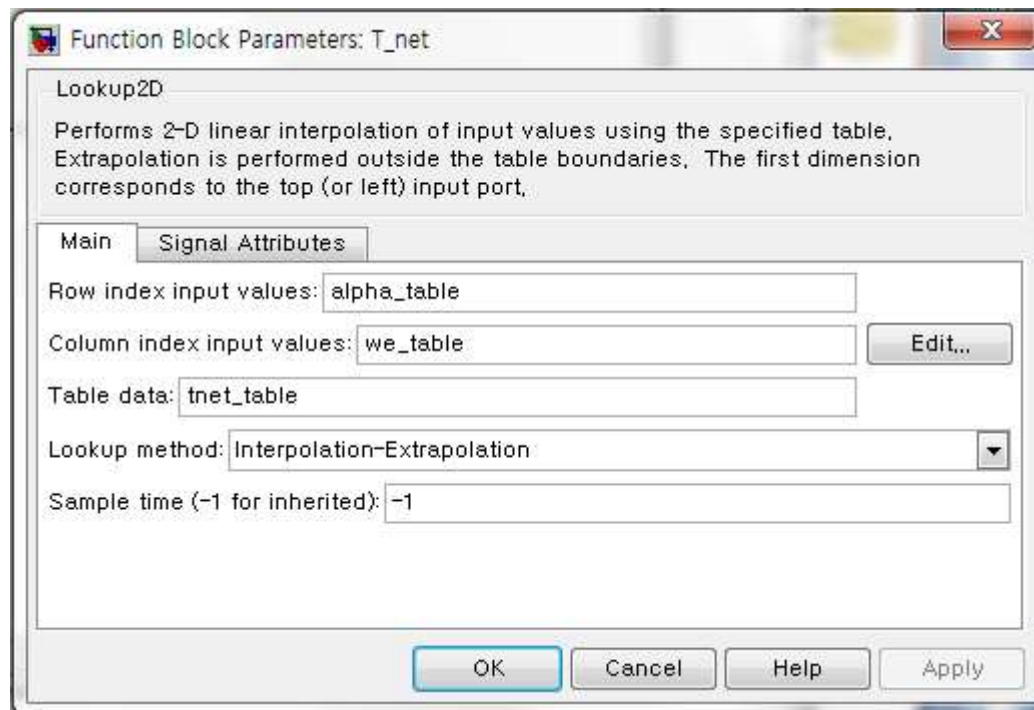
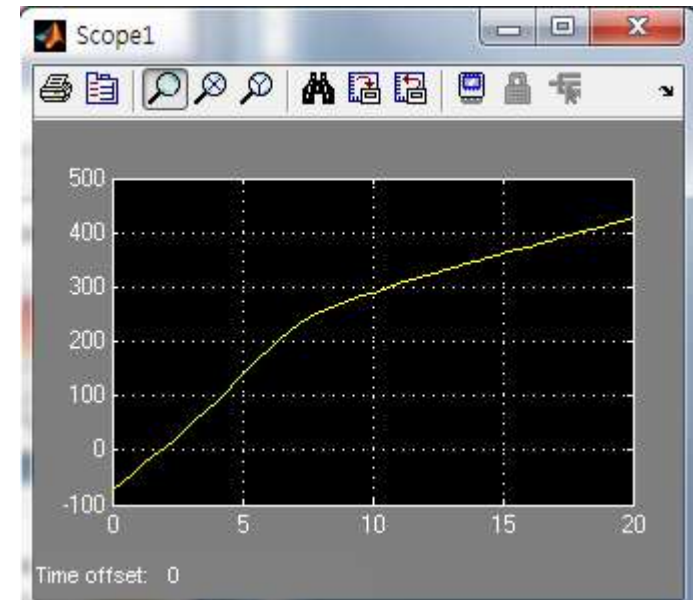
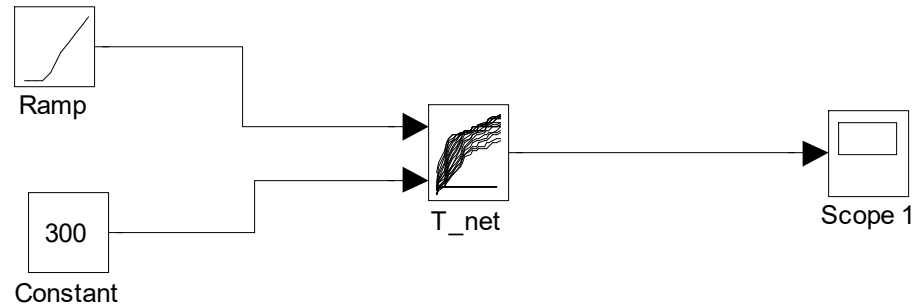


$$(J_{engine} + J_{wheel} G_{ratio}^2) \dot{\omega} = T_{engine} - G_{ratio} (T_{brake} + h F_{road})$$



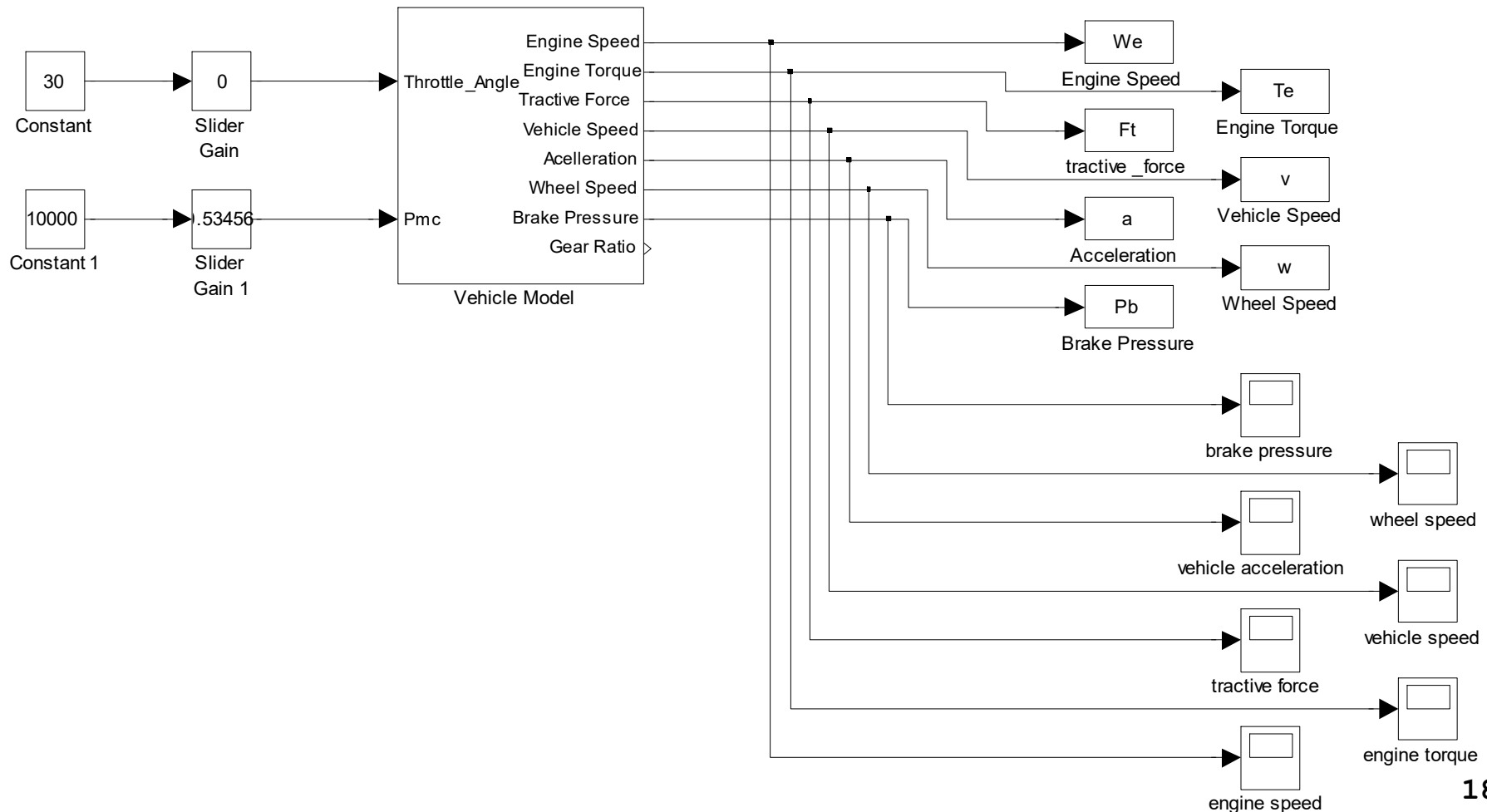
Engine Model

► 2d Lookup Table Example



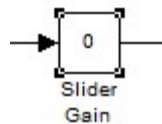
Run Vehicle Longitudinal Model Simulation

- First, run Setup_Lincoln_model.m file to initialize vehicle parameters



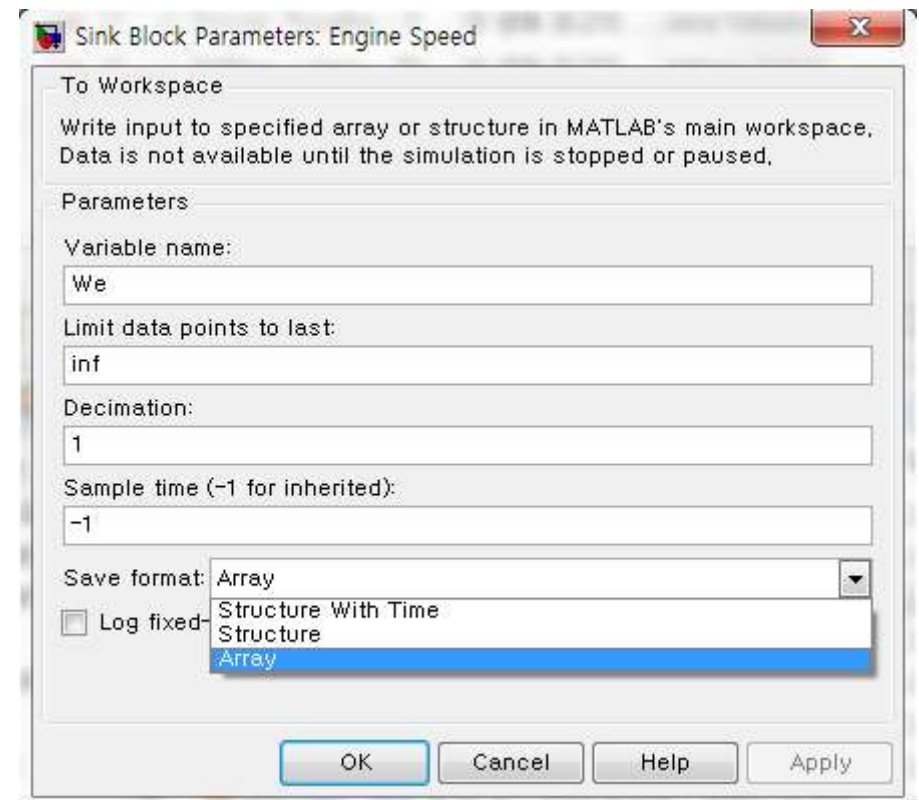
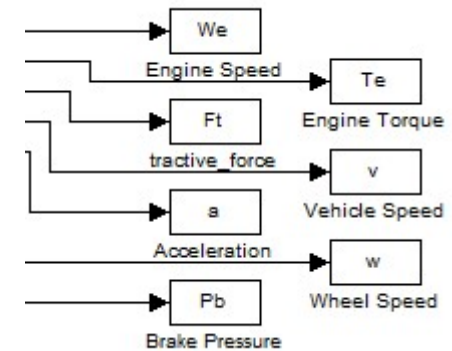
Slider Gain Block

- ▶ Use of Scroll Bar to determine the ratio of the gain.
- ▶ User can adjust gain instantly using Graphical User Interface



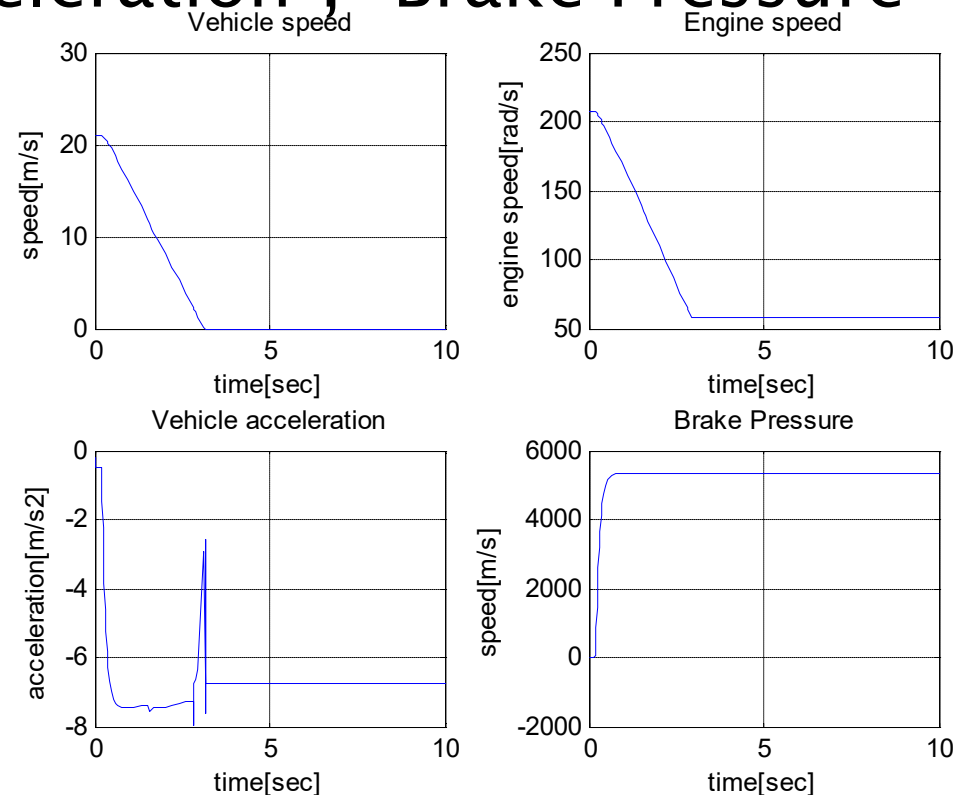
To Workspace Block

- ▶ Save the variable to Matlab Workspace.
- ▶ Save Format
 - Structure with Time
 - Variable.time
 - Variable.signals.values
 - Structure
 - Time data is not saved
 - Array
 - Only values are saved
- ▶ Open “ToWorkspace.mdl” file to test different format.



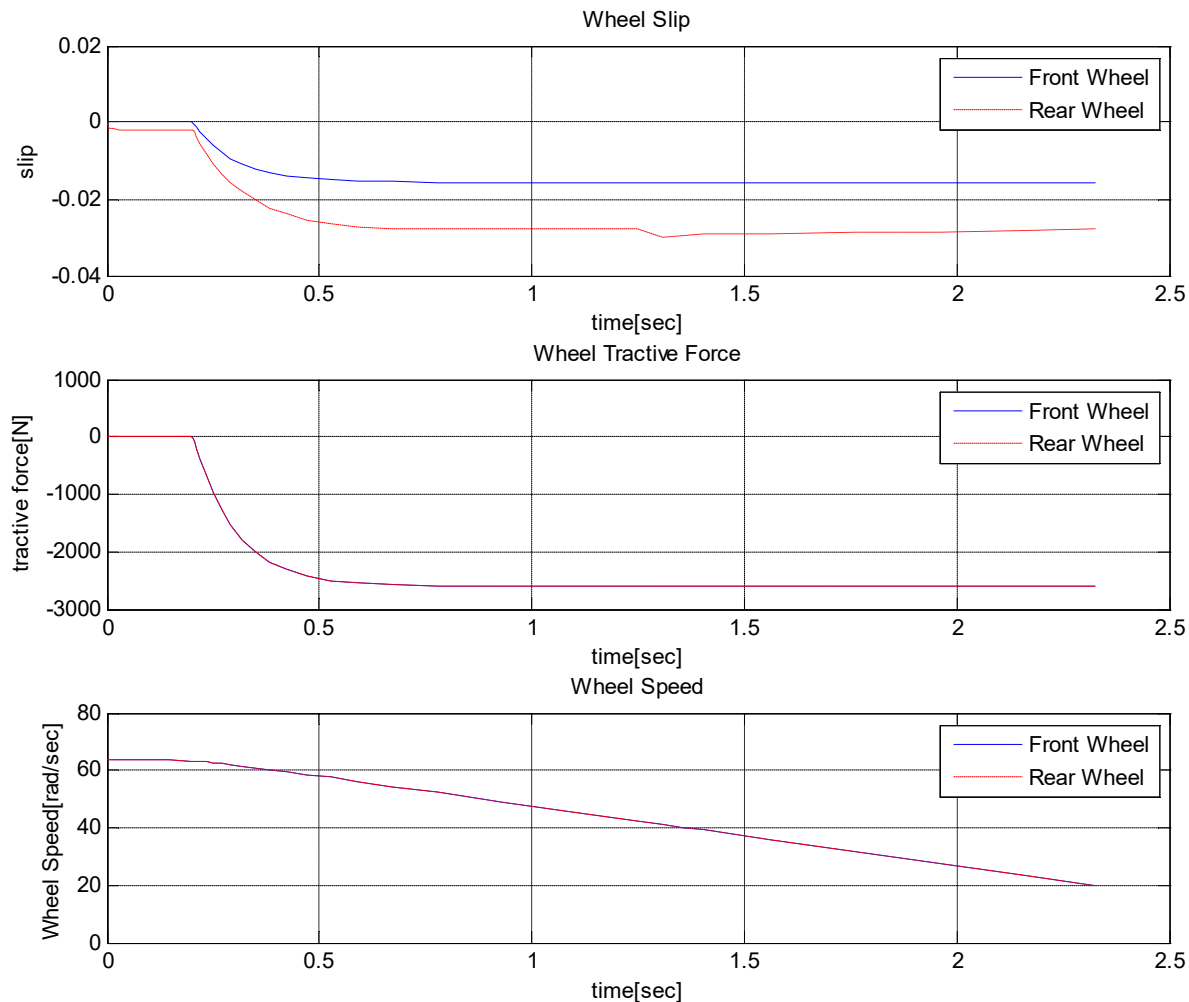
Plotting Simulation Result

- ▶ Run result_plot.m file to analyze the simulation results.
- ▶ Four subplots of “Vehicle Speed”, “Engine Speed”, “Acceleration”, “Brake Pressure” will be drawn.



Plotting Simulation Result

► Traction Force and Wheel Slip

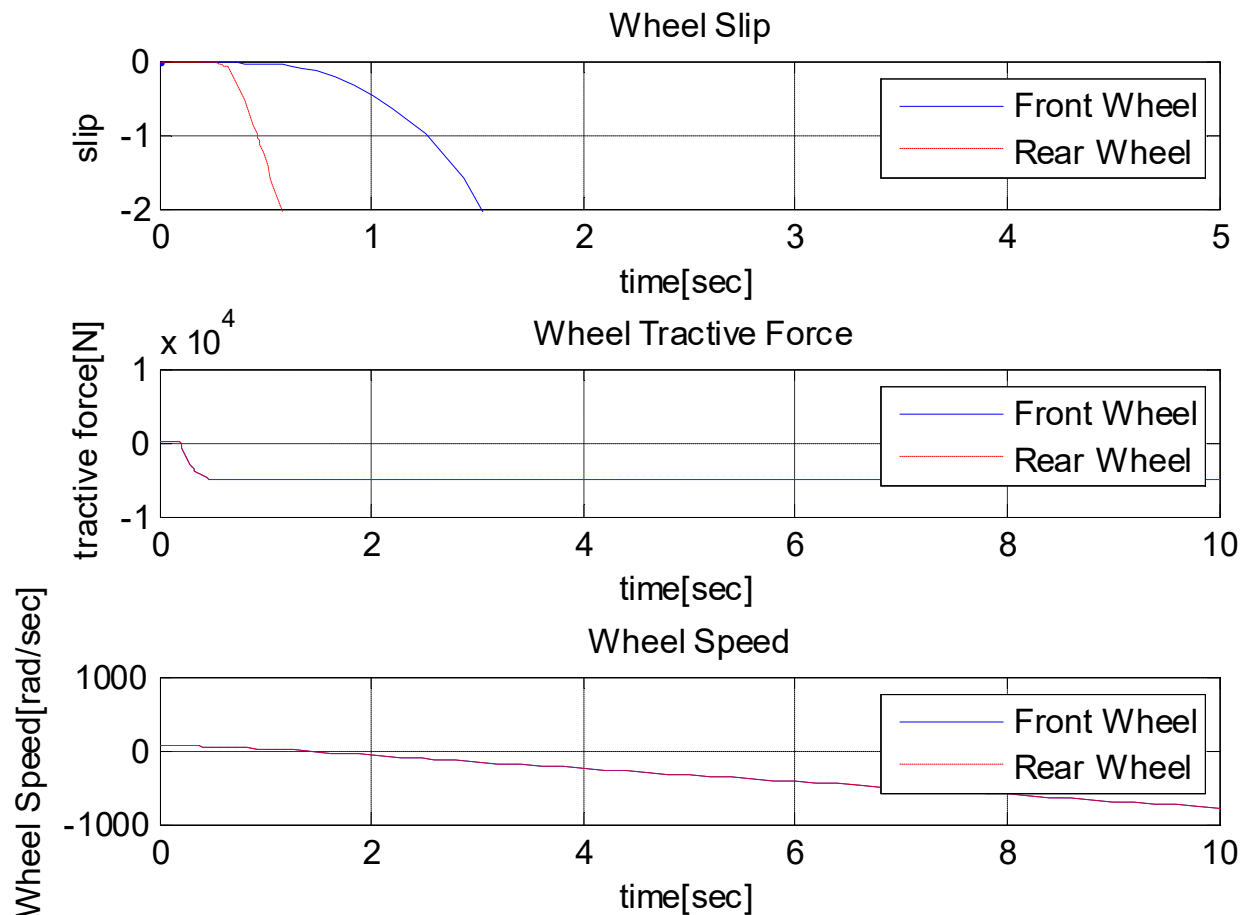


Same tractive force due to the assumption that even weight distribution between front and rear wheels

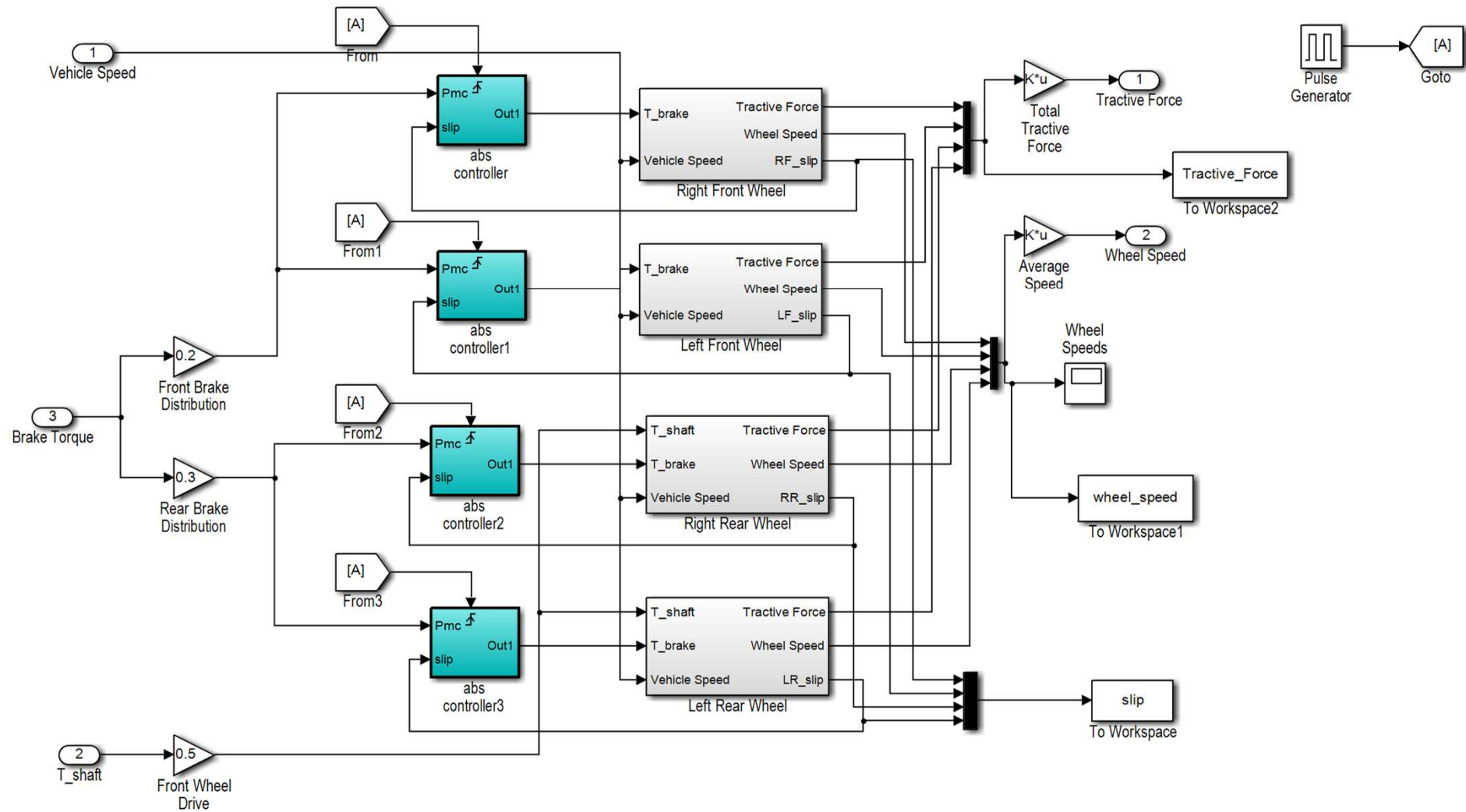
➔ Not realistic !!

Push the break with its max

- Slide the break gain to 1.



ABS Control



ABS Control Result

