



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS

TRABAJO PRÁCTICO 4 MODELICA

Tomás Fernández de Luco, F-3443/6

1 Sistema Eléctrico

1.1 Librería Eléctrica

Las definiciones de la mayoría de los tipos y modelos involucrados en este sistema están dadas en el enunciado o descriptas con el suficiente detalle como para que no haya comentarios muy interesantes para hacer al respecto. Por eso me centraré en los sistemas mencionados en el apartado de ejemplo. Comenzamos con *RLOpen*, donde se instancian los cuatro modelos con los parámetros establecidos y luego se los procede a conectar de la manera pedida: el negativo de la fuente a tierra, el positivo de la fuente al resistor y el resistor al inductor.

```
model RLOpen
  ConstVoltage va(V = 12);
  Resistor ra(R = 1);
  Inductor la(L = 0.001);
  Ground gr;
equation
  connect(va.p, ra.p);
  connect(ra.n, la.p);
  connect(gr.p, va.n);
end RLOpen;
```

Luego, podemos generar el modelo *RL* simplemente extendiendo el anterior y agregando la conexión que cierra el circuito.

```
model RL
  extends Electrical.RLOpen;
equation
  connect(la.n, gr.p);
end RL;
```

1.2 Simulación

La ejecución con los parámetros mencionados en el enunciado tiene los resultados que se muestran en la figura debajo. En la primera puede verse la tensión constante en el positivo de la fuente y la nula en el conector de la tierra. También se nota cómo la tensión aumenta en la resistencia conforme disminuye en la inductancia. Por otro lado, la corriente en el circuito se eleva rápidamente hasta estabilizarse en $12A$.

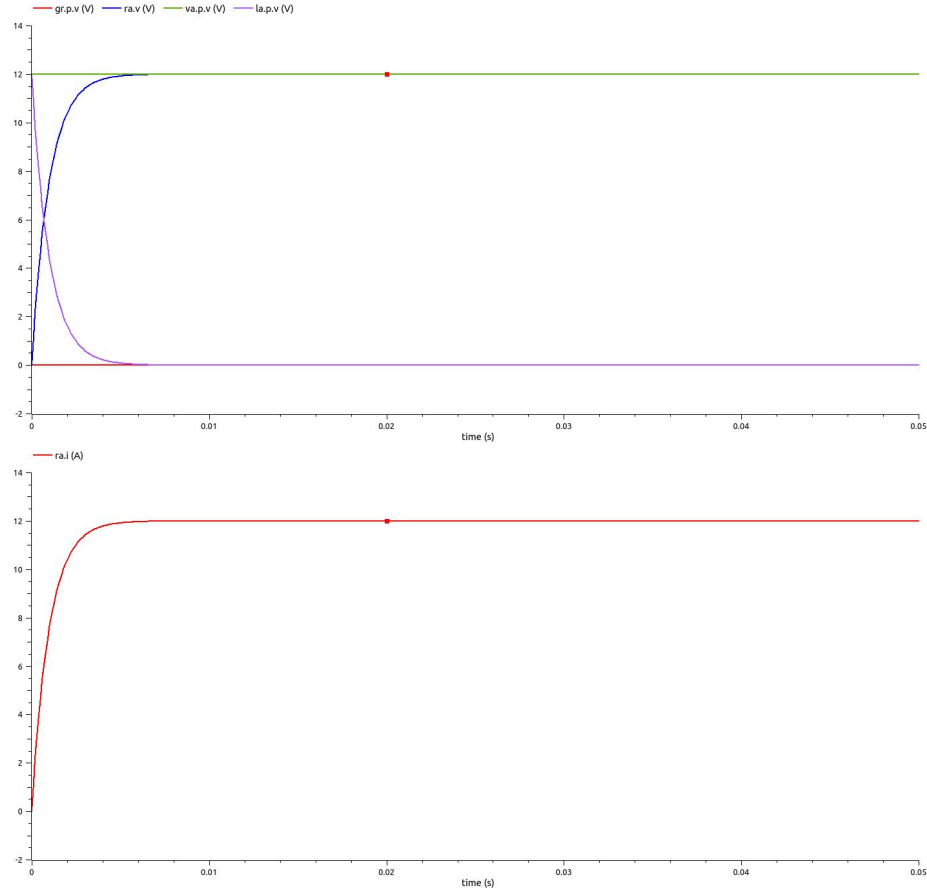


Figura 1: Tensión y corriente en la primera simulación.

Luego se alteraron algunos parámetros para evaluar su efecto en el sistema. Debajo se ve la evolución de la corriente en dos escenarios: en el primero se duplicó el valor de la resistencia, con lo que la corriente llega al máximo igual de rápido pero en la mitad del valor original; en el segundo, se multiplicó por 10 el valor de la inductancia, con lo que la corriente tarda considerablemente más en estabilizarse.

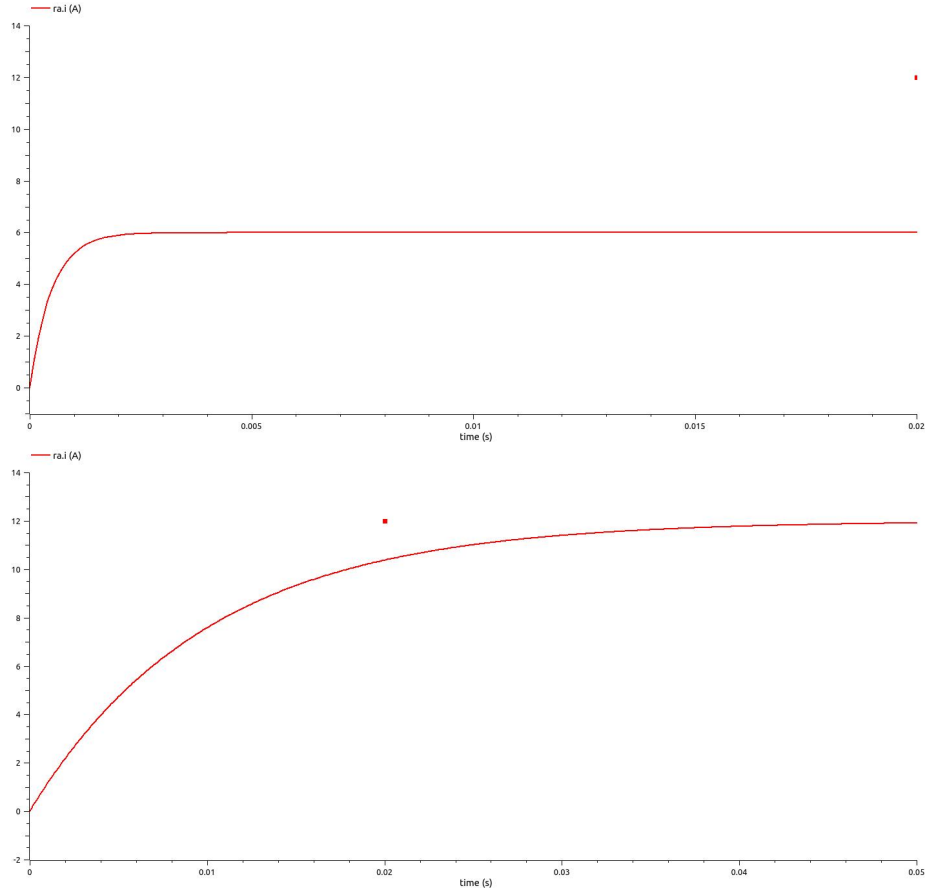


Figura 2: Corriente en la resistencia en simulaciones con otros parámetros.

2 Sistema Mecánico Rotacional

2.1 Librería Rotacional

Similarmente al sistema anterior, casi todas las definiciones de los modelos están dadas en el enunciado, por lo que explicaré solamente los involucrados en el ejemplo. El modelo *FricInertia* es bastante sencillo, consistiendo únicamente de una inercia y una fricción conectadas.

```
model FricInertia
  Inertia inertia;
  Friction friction;
equation
  connect(inertia.flange , friction.flange);
end FricInertia;
```

Luego, puede extenderse agregando una fuente de torque constante conectada a la inercia para definir *FricInertiaTau*.

```
model FricInertiaTau
  extends Rotational.FricInertia;
  ConstTorque const_torque;
equation
  connect(inertia.flange , const_torque.flange);
end FricInertiaTau;
```

2.2 Simulación

Utilizando los parámetros sugeridos, notamos que la velocidad angular del sistema aumenta hasta estabilizarse en 1 rad/s . Analizando las fuerzas del sistema, puede verificarse que la fricción aumenta conforme incrementa la velocidad. Una vez que el torque y la fricción se igualan, la aceleración se vuelve nula, lo cual explica que la velocidad deje de variar en ese momento.

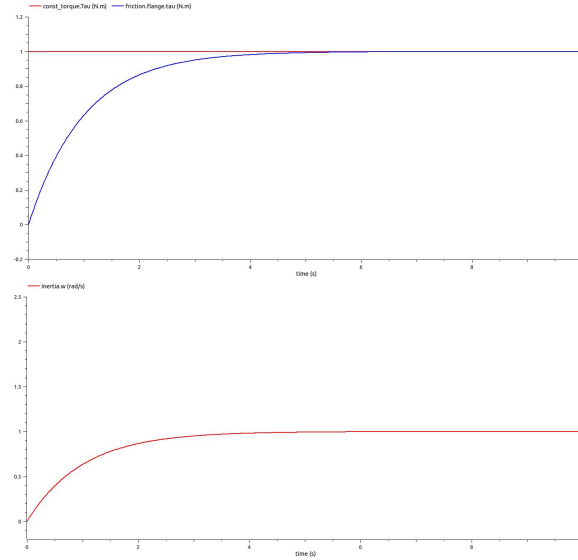


Figura 3: Fuerzas involucradas en el sistema, junto con la velocidad angular resultante.

3 Subsistema Electromecánico

3.1 Ejemplo Electromecánico

Para definir el sistema de esta sección, utilizamos los tres modelos mencionados en el ejemplo compuestos de la siguiente manera. Primero conectamos el positivo de la componente *EMC* a la inductancia, y su negativo a tierra. De esa forma, queda cerrado el circuito de *RLOpen*. Luego, combinamos su conector a la inercia de *FricInertia*, de la misma forma que lo habíamos conectado a la fuente de torque constante en la sección 2.

```
model DCMotor
  Electrical.RLOpen rl_open;
  Rotational.FricInertia fric_inertia;
  ElMecConv el_mec_conv;
equation
  connect(el_mec_conv.p, rl_open.la.n);
  connect(el_mec_conv.n, rl_open.gr.p);
  connect(el_mec_conv.flange, fric_inertia.inertia.flange);
end DCMotor;
```

3.2 Simulación

Durante las primeras centésimas de segundo, la corriente evoluciona casi idénticamente al sistema de la sección 1, sólo que tiene un leve decrecimiento luego de llegar al valor máximo en vez de quedarse estable. Sin embargo, analizándola en un intervalo de tiempo más extenso, se nota que

decrece rápidamente luego del pico repentino del principio, producto de la conversión de corriente en torque para el sistema rotacional.

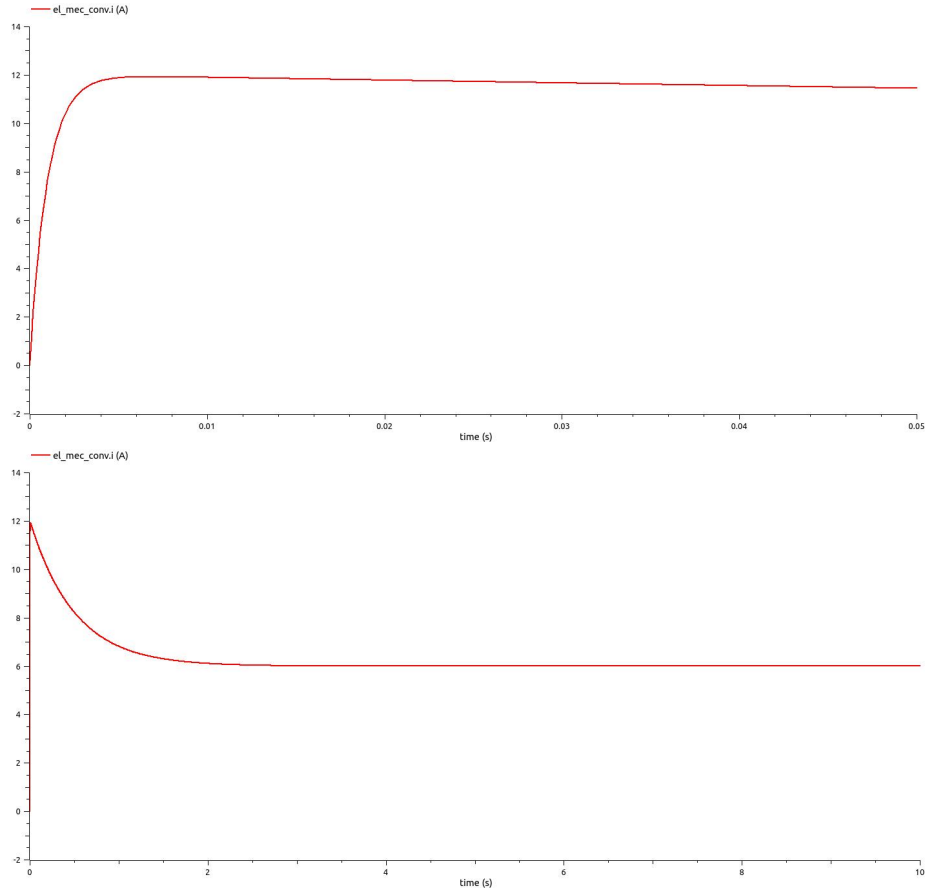


Figura 4: Evolución de la corriente en dos escalas de tiempo diferentes.

Por su lado, la velocidad angular aumenta aceleradamente al principio hasta estabilizarse de una manera similar a la simulación de la sección anterior. También se nota que el momento en el que se llega a la velocidad máxima coincide con cuando la corriente se estabiliza.

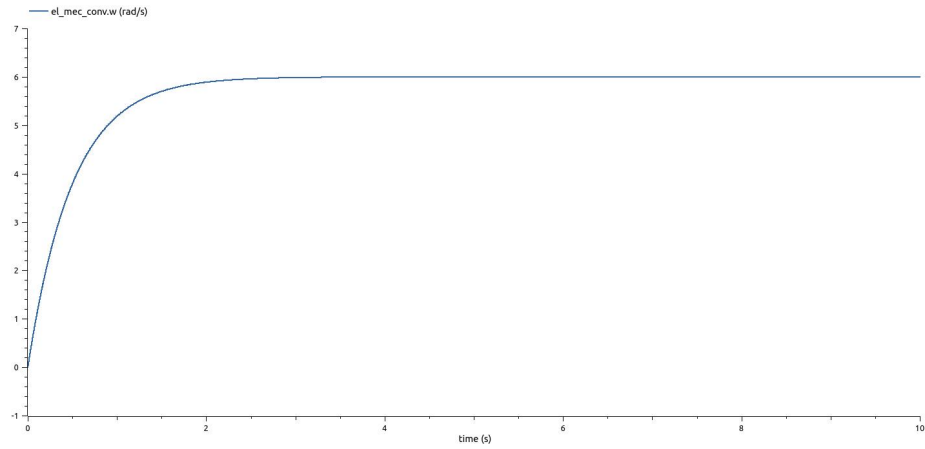


Figura 5: Evolución de la velocidad angular.

4 Sistema Completo

4.1 Definición

Para esta parte del trabajo se usaron el sistema Roto-Traslacional de Mara Pérez y el sistema Hidro-Mecánico de Joaquín Manuel. Definir el modelo fue bastante directo siguiendo las instrucciones del enunciado, conectando la inercia del motor con el modelo *RodCrankMass*, y luego la masa de ese último con el pistón de *PistonPumpTank*.

```
model CompleteSystem
  ElectroMec.DCMotor motor;
  RotoTranslational.RodCrankMass rodCrankMass;
  HydroMec.PistonPumpTank tank;
equation
  connect(motor.fric_inertia.inertia.flange, rodCrankMass.flange);
  connect(rodCrankMass.springDamperMass.flange, tank.piston.flange);
end CompleteSystem;
```

4.2 Simulación

Para la primera ejecución se utilizaron todos los parámetros sugeridos por el enunciado. Observando el volumen de agua en el tanque, se nota que la evolución oscila entre períodos de bombeo con un incremento rápido del volumen y períodos de recesión en los que una pequeña cantidad de líquido se filtra por la válvula.

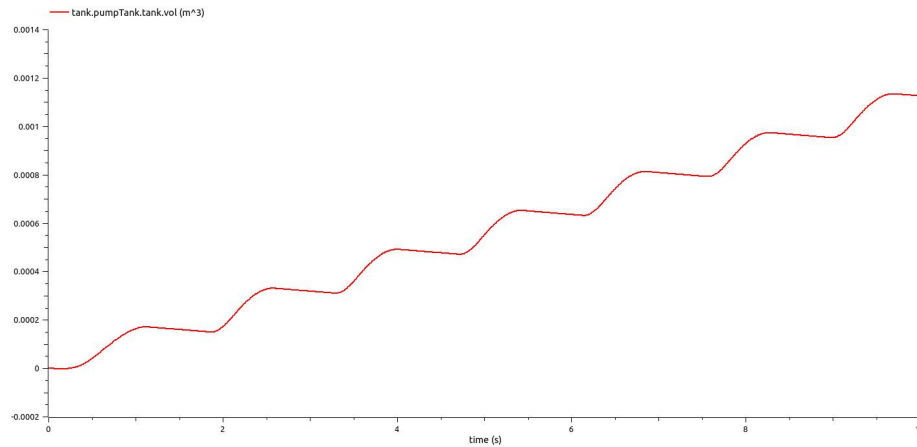


Figura 6: Evolución del volumen de agua en el tanque en la simulación inicial.

Como se había visto en los apartados anteriores, aumentar el voltaje de la fuente en el sistema eléctrico resultaba en un incremento de la corriente, lo cual luego se traduce en una mayor velocidad máxima del sistema rotacional. Traduciendo eso en el efecto que tiene en el sistema, un mayor voltaje en el motor implica una mayor cantidad de revoluciones por unidad de tiempo, incrementando la frecuencia de bombeo y la proporción de agua que sube al tanque en relación a lo que se pierde. Simétricamente, un voltaje menor hará que los ciclos sean más infrecuentes y con menor fuerza, resultando en una velocidad de llenado considerablemente menor. Debajo se grafica el volumen de líquido en el tanque para un motor del doble y de la mitad de voltaje que el inicial.

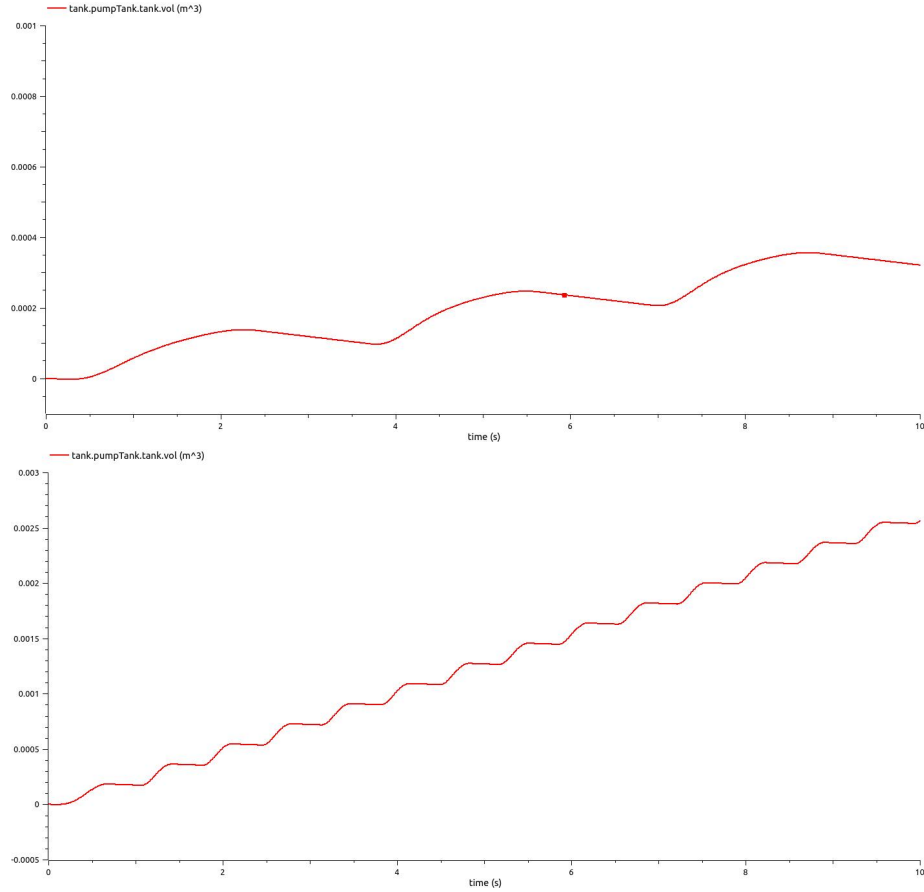


Figura 7: Evolución del volumen de agua en el tanque con voltajes de motor mayor y menor.

Otro factor que altera notablemente el desempeño del sistema es el área del pistón. Duplicarla aumentó considerablemente el flujo al tanque al permitir bombear un volumen mayor por ciclo sin reducir drásticamente la frecuencia. Sin embargo, hay un límite a cuánto se lo puede modificar de manera que el sistema aumente en eficiencia. Un ejemplo es el segundo gráfico debajo en el que el área del pistón es cinco veces la original, por lo que se bombea un volumen mucho mayor pero el sistema no hace la suficiente fuerza para poder mantener una frecuencia aceptable. Notar que en dicha gráfica se aumentó el tiempo final de simulación para poder mostrar el efecto.

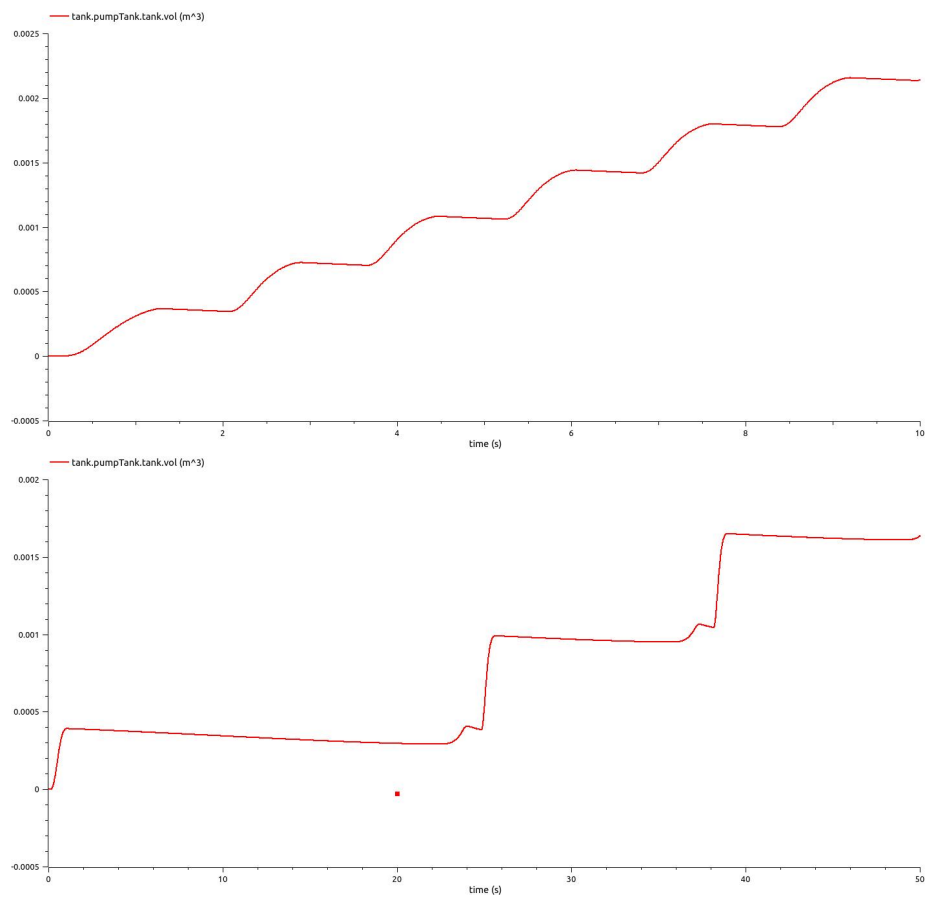


Figura 8: Evolución del volumen de agua en el tanque con el doble y quíntuple de área de pistón.