

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS

Práctica 4: Modelado Orientado a Objetos

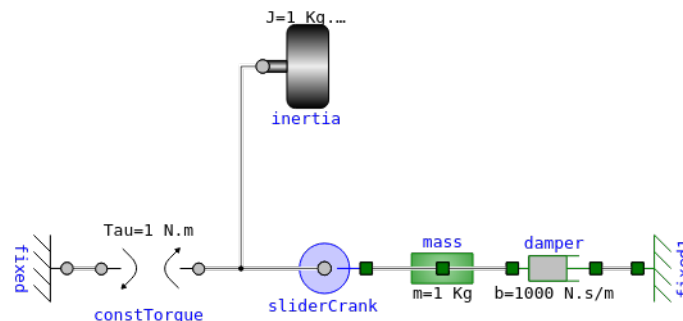
Sebastián Giulianelli y María Agustina Torrano

Problema 1. Sistema Biela-Manivela

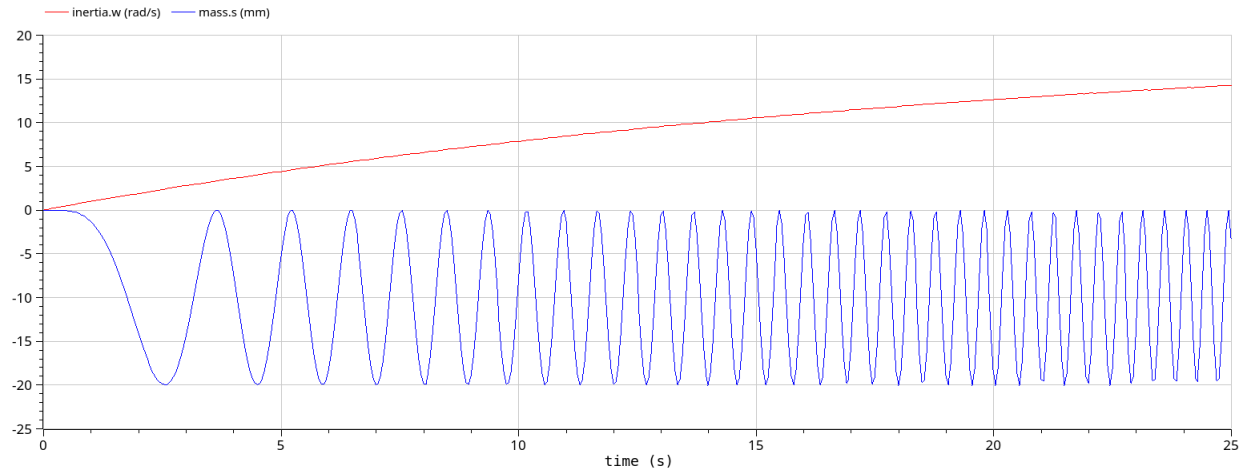
Construimos el modelo del componente Biela-Manivela. El código utilizado en Modelica fue el siguiente:

```
model SliderCrank
  DSFLib.Mechanical.Translational.Units.Position s;
  parameter Real l = 0.1, r = 0.01, s0 = - r - l;
  DSFLib.Mechanical.Rotational.Units.Angle th;
  DSFLib.Mechanical.Rotational.Interfaces.Flange flangeR annotation(...);
  DSFLib.Mechanical.Translational.Interfaces.Flange flangeT annotation(...);
equation
  th = flangeR.phi;
  s + s0 = flangeT.s;
  s = r * cos(th) + l * sqrt(1 - (r * sin(th)/l)^2);
  flangeR.tau * (s - r * cos(th)) = flangeT.f * (r * s * sin(th));
  annotation(...);
end SliderCrank;
```

Verificamos su correcto funcionamiento conectándolo a una inercia y una fuente de torque en el lado rotacional y una masa con fricción del lado traslacional.



Graficamos la velocidad de la inercia (rojo) y la posición de la masa (azul).



En el gráfico se observa que la velocidad de la inercia aumenta de forma continua y sin oscilaciones, lo cual tiene sentido si se considera que no hay fricción rotacional significativa, más allá del esfuerzo que implica mover la masa unida al sistema. Por otro lado, la posición de la masa muestra un comportamiento oscilatorio cuya frecuencia crece con el tiempo. Esto se debe a que la manivela gira cada vez más rápido, lo que provoca que el pistón también oscile más rápido.

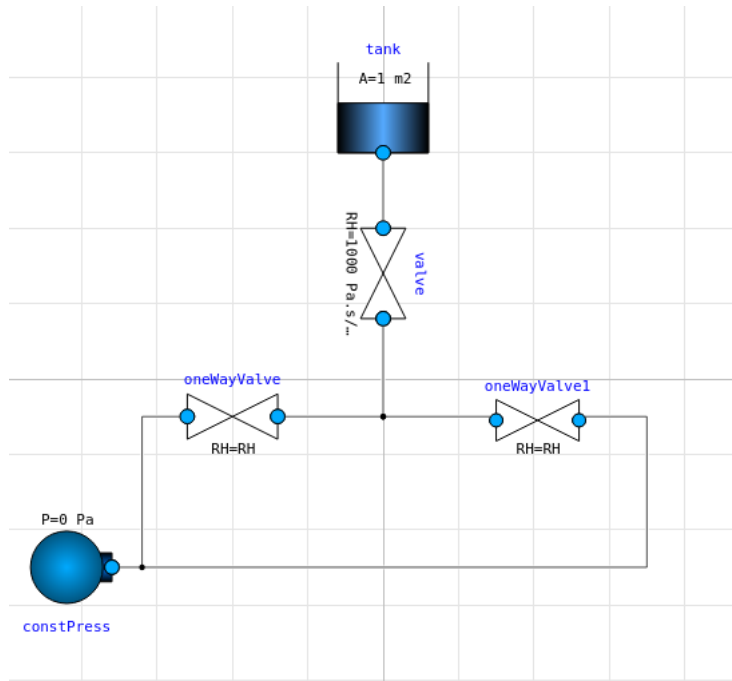
En conclusión, el sistema transforma energía rotacional en energía traslacional, pues el torque constante aplicado genera un movimiento rotacional cada vez más rápido, que se transmite como un movimiento oscilatorio en la masa. A medida que la velocidad angular crece, también lo hace la frecuencia de estas oscilaciones.

Problema 2. Válvula de una Vía

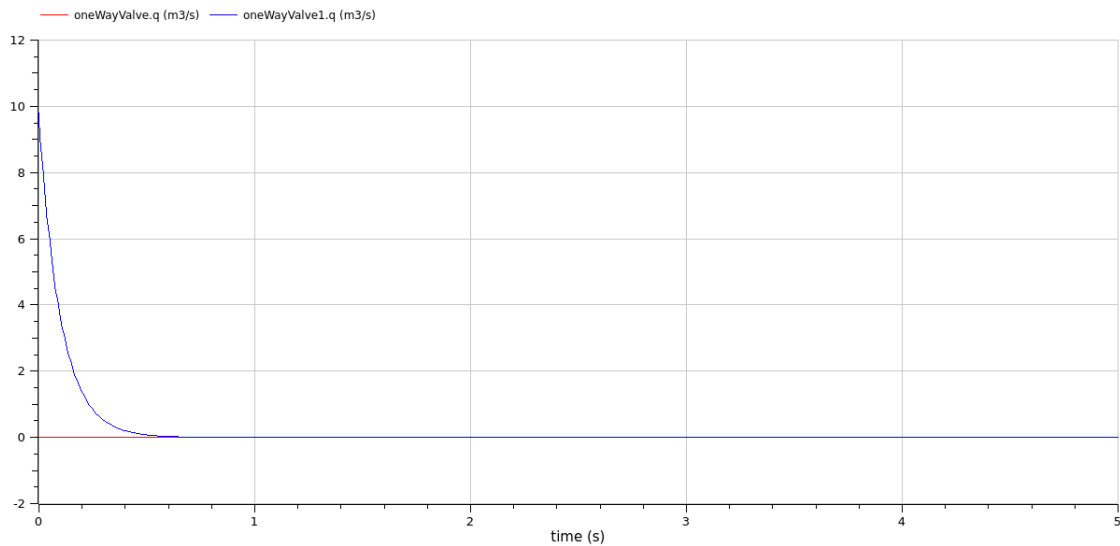
Construimos el modelo del componente Válvula de una Vía. El código utilizado en Modelica fue el siguiente:

```
model OneWayValve
  extends DSFLib.Hydraulics.Interfaces.TwoPort;
  parameter Real Ron = 1e-6, Roff = 1e12;
equation
  p = if q > 0 then Ron*q else Roff*q;
end OneWayValve;
```

Verificamos su correcto funcionamiento conectando dos instancias del mismo a la salida de un tanque (inicialmente cargado).



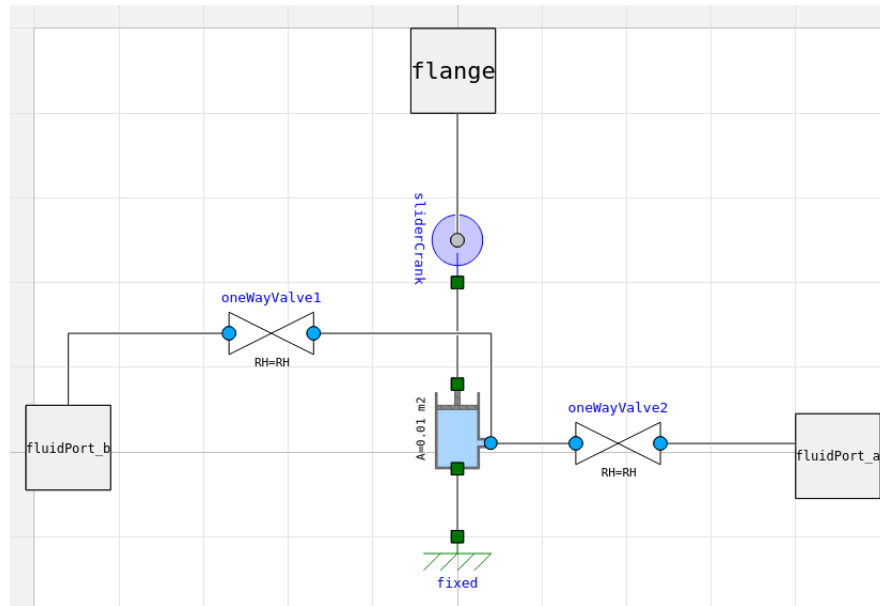
Graficamos el caudal fluyendo sobre de ambas válvulas, la primer válvula (rojo) y la segunda (azul).



Lo que se observa es que el tanque al vaciarse, inicialmente deja fluir el liquido que llega a ambas válvulas de una vía, pero como las direcciones son contrarias, la válvula roja detecta caudal entrante por el puerto de salida y se "cierra" disminuyendo el caudal notablemente, mientras que la otra lo deja fluir hasta que haya pasado el contenido del tanque (por eso este se reduce lentamente).

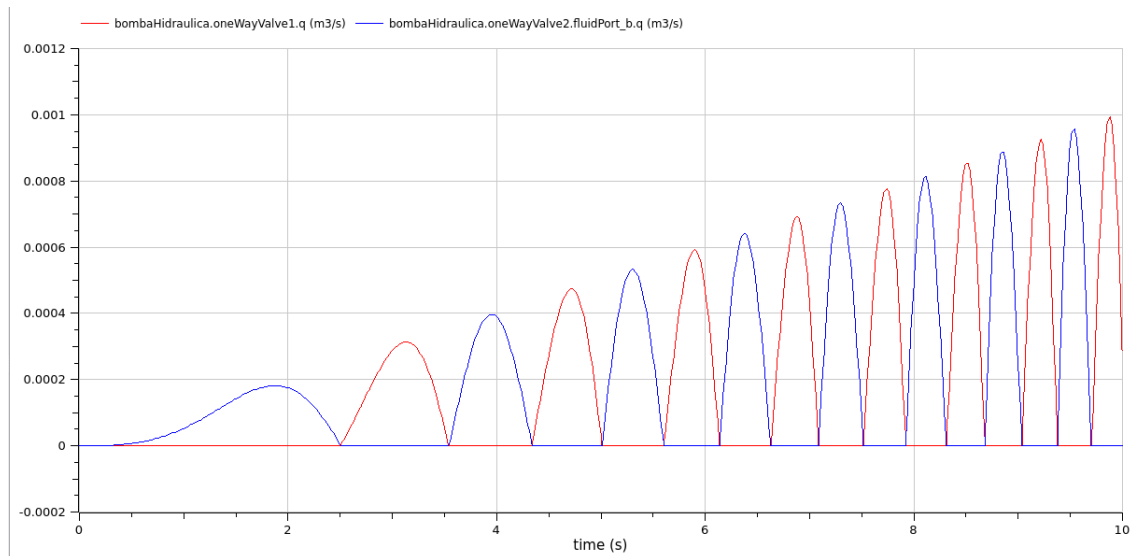
Problema 3. Bomba Hidráulica

Construimos el modelo del componente Bomba Hidráulica. El diagrama fue realizado a partir de dos instancias de válvulas de una vía, un pistón-cilíndrico y el sistema biela-manivela:



Verificamos el correcto funcionamiento de la bomba conectando la misma a una fuente de torque constante y a una válvula.

Graficamos el caudal fluyendo sobre ambas válvulas, la primera válvula (rojo) y la segunda (azul).

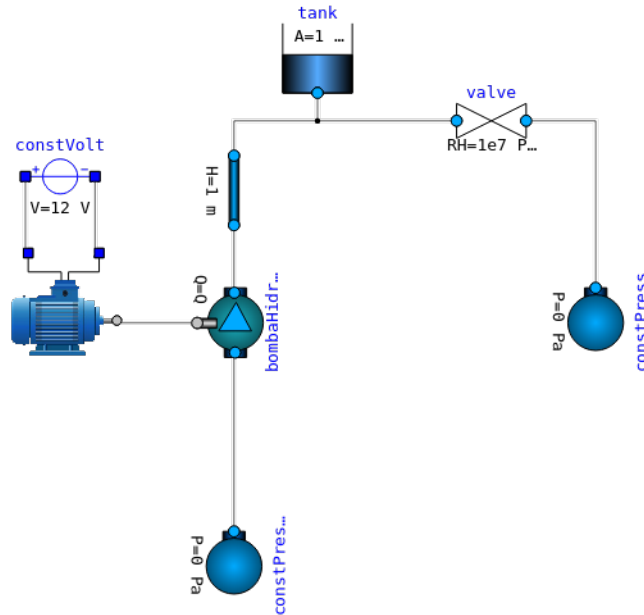


Lo que se observa es que el caudal no fluye por ambas válvulas concurrentemente, es decir, de a tramos fluye por la válvula 1 y luego por la válvula 2, esto verifica que el sistema funciona correctamente debido a que

el pistón del cilindro al cerrarse, aumenta la presión interna generando que fluya por el segundo caudal y el primero "se cierre", cuando se abre, la presión aumenta y el segundo "se cierra" aumentando el caudal por la otra válvula.

Problema 4. Modelo Completo

Se construyó el modelo completo, acoplando un motor de corriente continua a la parte mecánica de la bomba y el resto del circuito hidráulico a la parte hidráulica de la bomba. En Modelica:



Luego, se realizaron las simulaciones con los parámetros propuestos. En primer lugar se quiso ver el flujo a través de las válvulas de la bomba hidráulica a medida que se va aumentando el voltaje de entrada del motor.

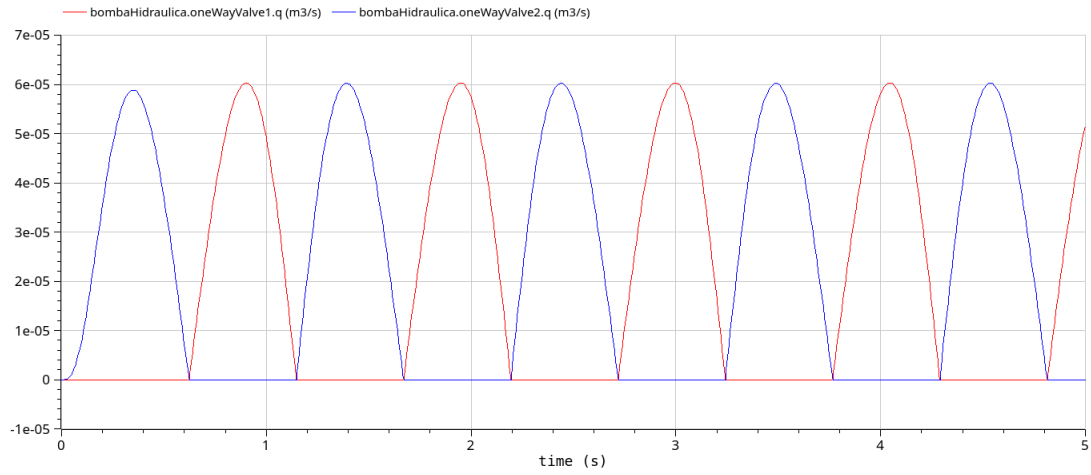


Figura 1: Tensión de entrada del motor $U_a = 6$ V.

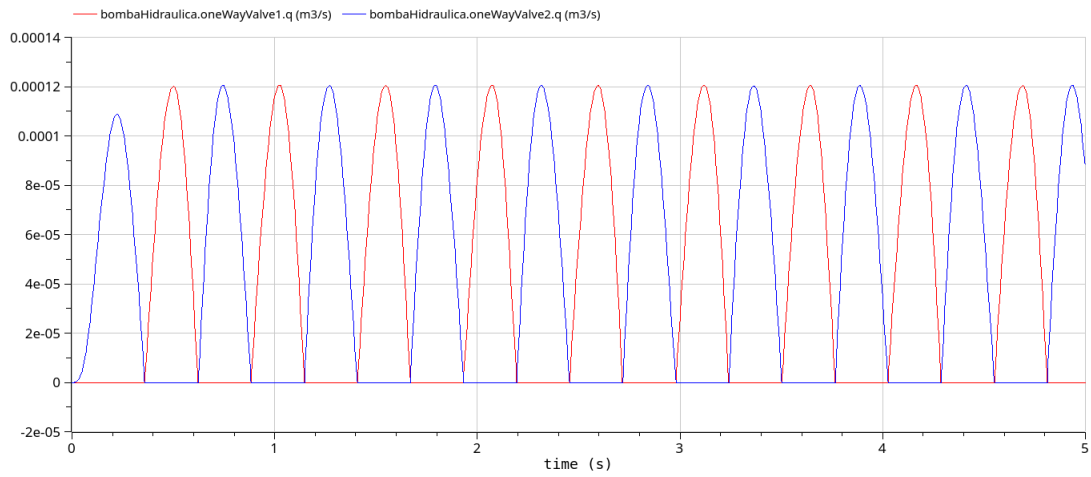


Figura 2: Tensión de entrada del motor $U_a = 12$ V.

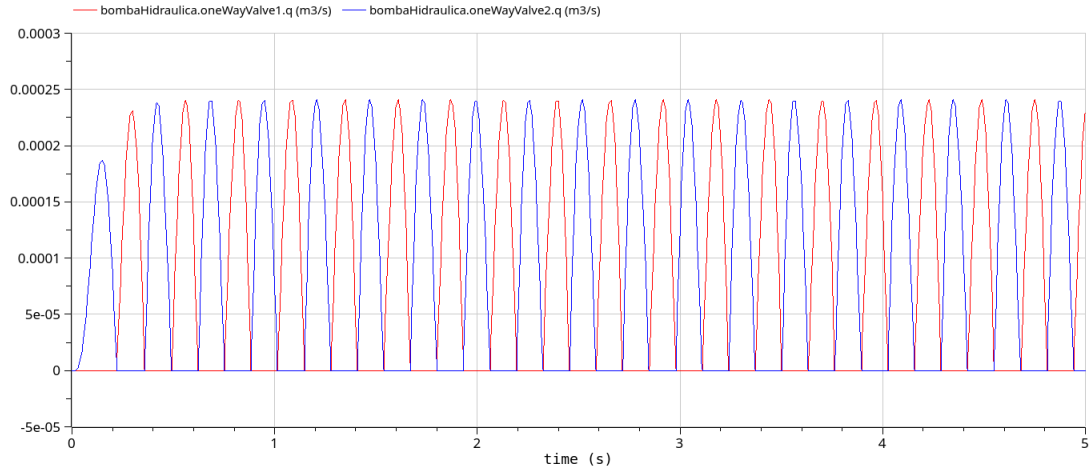
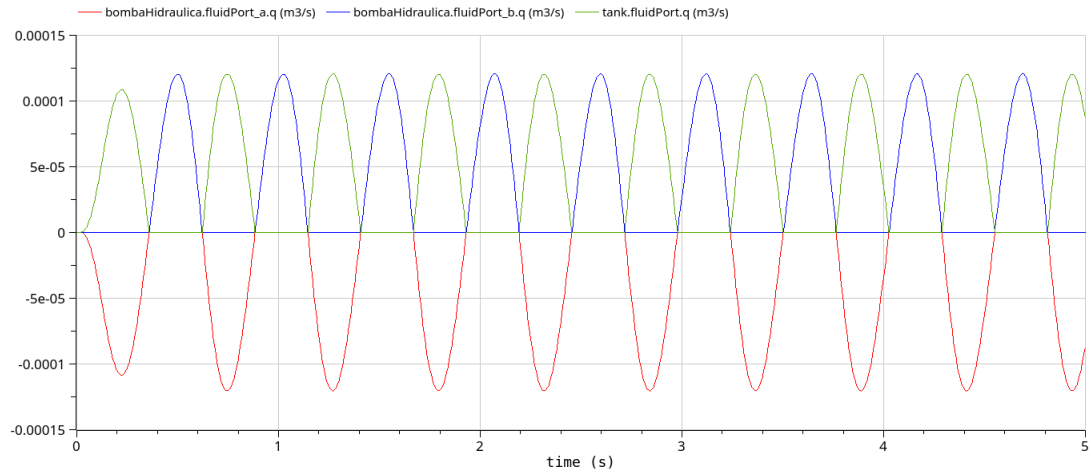


Figura 3: Tensión de entrada del motor $U_a = 24 \text{ V}$.

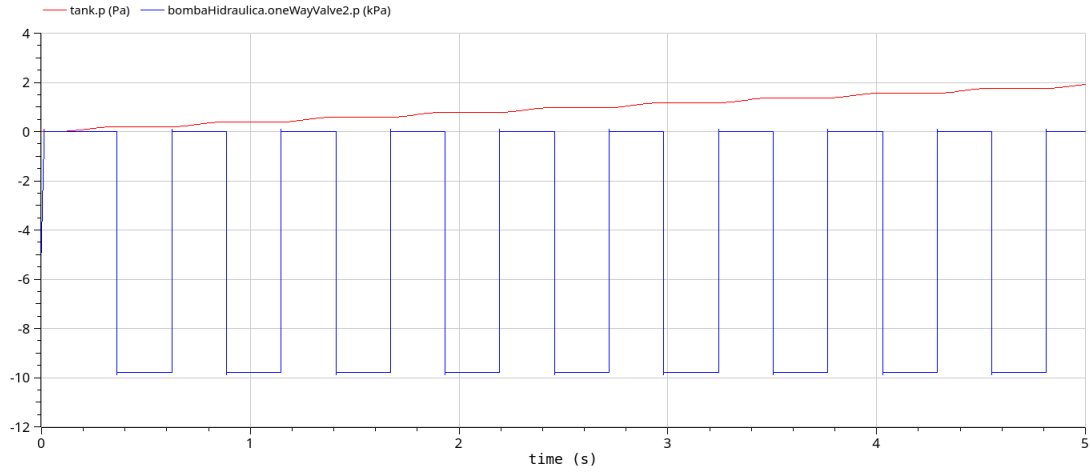
Se puede observar que, a medida que aumenta el voltaje, los ciclos de bombeo también aumentan. Esto es esperable, ya que al alimentar al motor con mayor tensión, aumenta la velocidad angular. Como el movimiento del pistón está acoplado al motor mediante el sistema biela-manivuela, este también oscila más rápido produciendo mayor frecuencia en el bombeo.

Por otro lado, se analizaron los flujos de entrada y salida a la bomba hidráulica y el flujo de entrada al tanque con la tensión de entrada del motor $U_a = 12 \text{ V}$.



Se observa como el caudal de entrada y salida de la bomba oscilan como una función senoidal, pero de forma opuesta. Esto tiene sentido porque la bomba alterna entre succión y descarga. Además, la curva que representa el caudal de entrada al tanque es igual al caudal de salida de la bomba pero desfasada, esto es porque el tanque recibe caudal cuando la válvula de salida descarga.

Se realizó la gráfica de la comparación entre la presión del puerto del tanque y la presión en la válvula de salida de la bomba con la tensión de entrada del motor $U_a = 12 \text{ V}$.



Se puede concluir que la presión del tanque crece de forma escalonada, lo cual coincide con el comportamiento del tanque, pues a medida que el caudal entra, la presión va creciendo. A su vez, se puede ver que el escalonamiento coincide con el aumento de presión en la válvula de salida porque es cuando el fluido pasa por la misma.

Finalmente, se analiza la presión del tanque a medida que aumenta la tensión de entrada del motor.

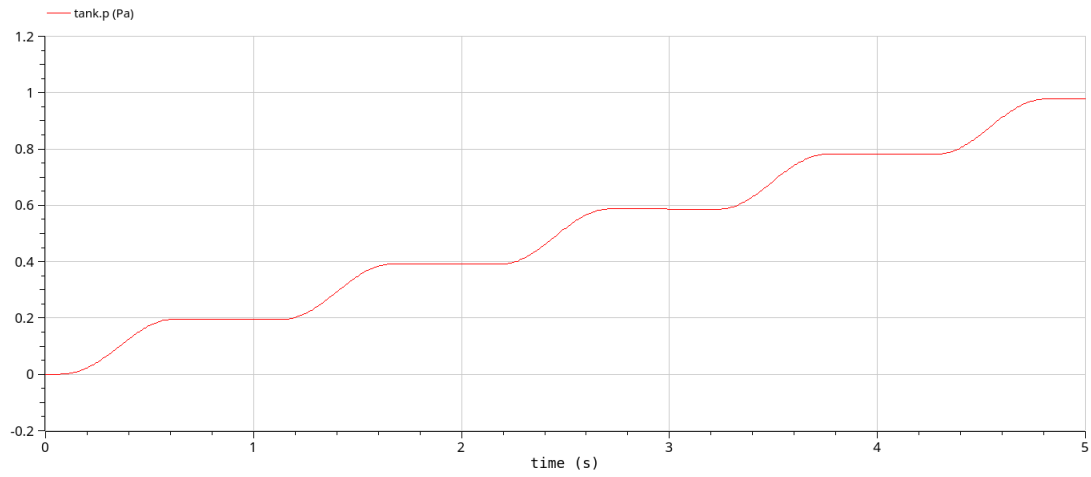


Figura 4: Tensión de entrada del motor $U_a = 6$ V.

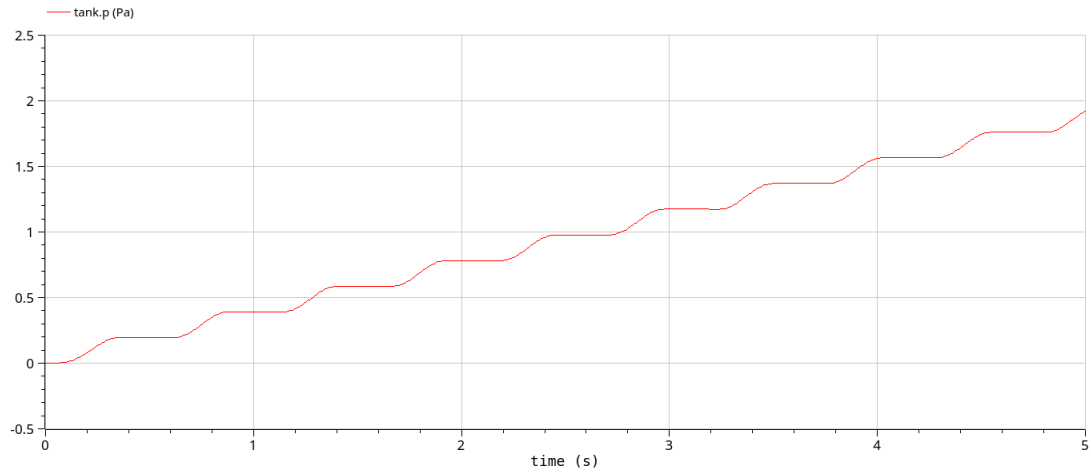


Figura 5: Tensión de entrada del motor $U_a = 12$ V.

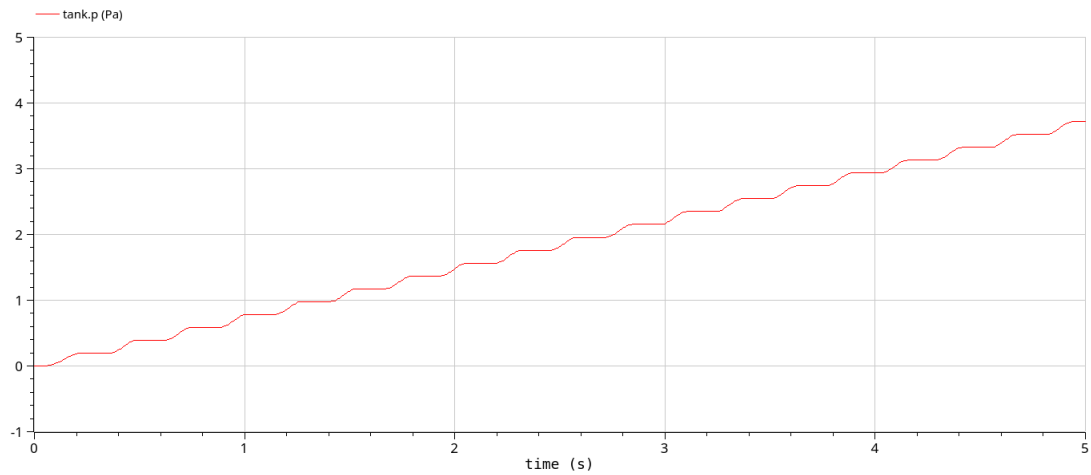


Figura 6: Tensión de entrada del motor $U_a = 24$ V.

Se observa que en las tres gráficas hay una función escalonada creciente. Sin embargo, la mayor diferencia es la velocidad con la que aumenta la presión del tanque en cada caso. Esto último depende directamente de la tensión de entrada del motor.