

## Cilindros en serie

### OBJETIVO DEL EJERCICIO

- Describirá la operación de un circuito en serie;
- Provocará que dos cilindros inicien y se detengan al mismo tiempo conectándolos en serie.
- Demostrará la intensificación de la presión en un circuito en serie.

### DISCUSIÓN

#### Cilindros en serie

En algunas aplicaciones hidráulicas, es necesario que dos cilindros trabajen en forma unida. Por ejemplo, dos cilindros se pueden requerir para el inicio y detención de extensión al mismo tiempo. Los cilindros que operan de esta manera se dice que deben estar **sincronizados**.

Un método para sincronizar dos cilindros consiste en conectarlos **en serie**, de tal forma que el flujo de descarga de un cilindro, sirve como flujo de entrada al segundo cilindro.

La Figura 3-6 muestra dos cilindros conectados en serie. El extremo vástago de un cilindro es conectado al extremo émbolo del segundo cilindro. Con este circuito, ningún cilindro puede ser movido a menos que el otro también se mueva.

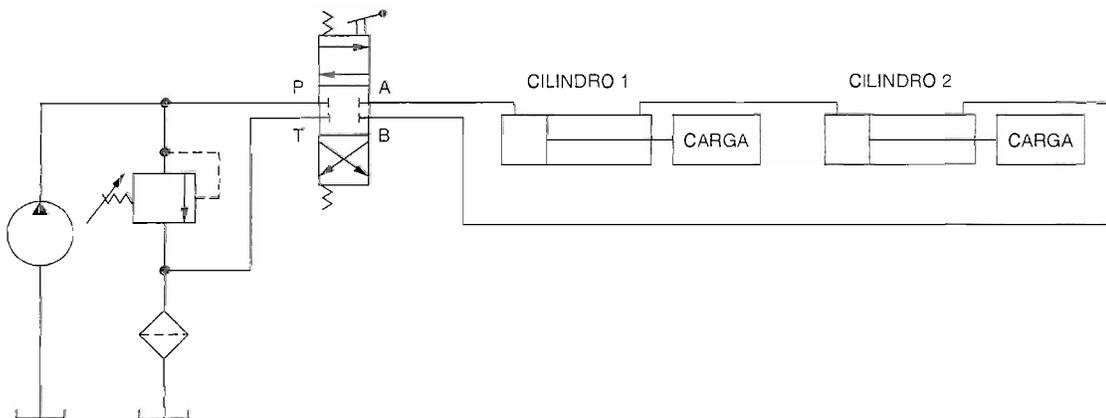


Figura 3-6. Cilindros conectados en serie.

## Cilindros en serie

Moviendo la palanca de la válvula direccional, como se muestra en la Figura 3-6, provocará que los cilindros inicien y se detengan al mismo tiempo. Sin embargo, si los cilindros son del mismo tamaño y carrera, el cilindro 2 (cilindro aguas abajo) se extenderá lentamente y no se extenderá completamente, ya que el flujo saldrá del extremo vástago del cilindro 1 (cilindro aguas arriba), el cual será menor que el flujo que entra al extremo émbolo del cilindro 1.

Si los dos cilindros son del mismo tamaño, la fuerza total de los dos cilindros en serie es igual a la presión del sistema, multiplicada por el área de uno de los pistones. Sin embargo, las diferencias de tamaño en el cilindro causarán una variación considerable.

### **Intensificación de la presión en un circuito en serie**

La intensificación de la presión del sistema se producirá en un circuito en serie si el flujo del extremo vástago del cilindro aguas arriba es bloqueado o severamente restringido por una carga pesada en el cilindro aguas abajo.

La Figura 3-7 muestra un ejemplo. Los cilindros en la figura tienen el mismo tamaño, como los dos cilindros proporcionados con el equipo didáctico en hidráulica. La fuerza de entrada ejercida en el área total del pistón del cilindro aguas arriba es de 1775 N. Ya que el flujo del extremo vástago del cilindro es parcialmente bloqueado por la carga pesada en el cilindro aguas abajo, la presión en el extremo vástago del cilindro aguas arriba se elevará hasta que la fuerza aplicada en el área anular del pistón del cilindro aguas arriba, sea igual a la fuerza de entrada de 1775 N.

Debido a la diferencia del área expuesta entre el área total y anular del pistón, la presión en el extremo vástago del cilindro aguas arriba se intensificará por un factor igual a la proporción del área total del pistón con el área anular del pistón,  $A_t/A_a$ , dando como resultado una presión de 5763 kPa en el extremo émbolo del cilindro aguas abajo y en una fuerza de 6570 N, en la carga de salida. Observe que la relación de intensificación  $A_t/A_a$  se mantendrá mientras que no exista carga en el cilindro aguas arriba.

# Cilindros en serie

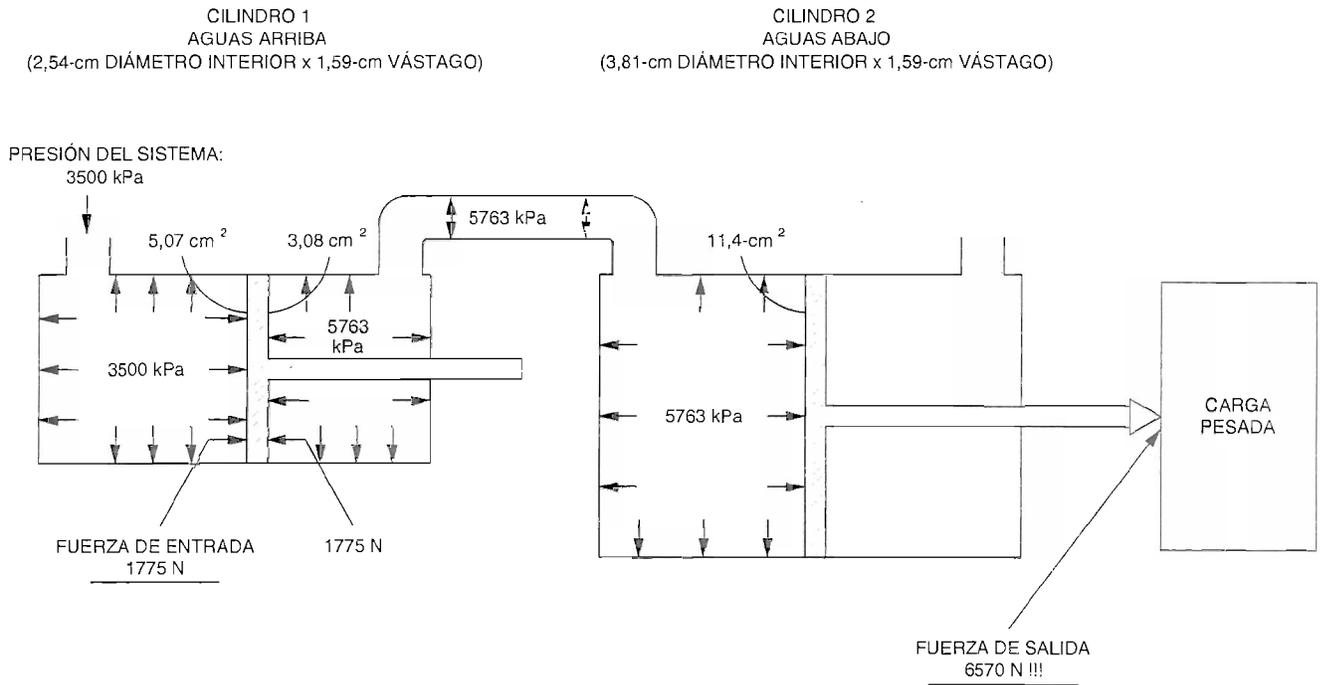


Figura 3-7. Intensificación de presión en un circuito en serie.

## MATERIAL DE REFERENCIA

Para información detallada sobre sincronización del cilindro, consulte el capítulo titulado *Check Valves, Accumulators and Cylinders* (Válvulas de Retención, Acumuladores y Cilindros) en el manual *Industrial Hydraulic Technology* de Parker-Hannifin.

## Resumen del procedimiento

En la primera parte del ejercicio, conectará dos cilindros en serie con un dispositivo de carga en un cilindro aguas arriba. El dispositivo de carga será una válvula de control de flujo no compensada. Gradualmente aumentará la carga en el cilindro aguas arriba, mientras observa el efecto de cambio que tiene la carga sobre la sincronización de los cilindros, junto con las presiones aplicadas en ambos cilindros.

En la segunda parte del ejercicio, conectará el dispositivo de carga al cilindro aguas abajo. Repetirá las acciones realizadas en la primera parte del ejercicio, de manera que observe el efecto que tiene una carga en la posición de carga, en la operación del circuito en serie.

# Cilindros en serie

## EQUIPO REQUERIDO

Consulte la gráfica de utilización, en el Apéndice A de este manual, para obtener la lista de equipo requerido para realizar este ejercicio.

## PROCEDIMIENTO

### Circuito en serie con carga en el cilindro aguas arriba

- 1. Conecte el circuito mostrado en la Figura 3-8. En este circuito, la válvula de control de flujo no compensada actuará como un dispositivo de carga en el cilindro aguas arriba [diámetro interior de 2,54 cm (1 pulg)].

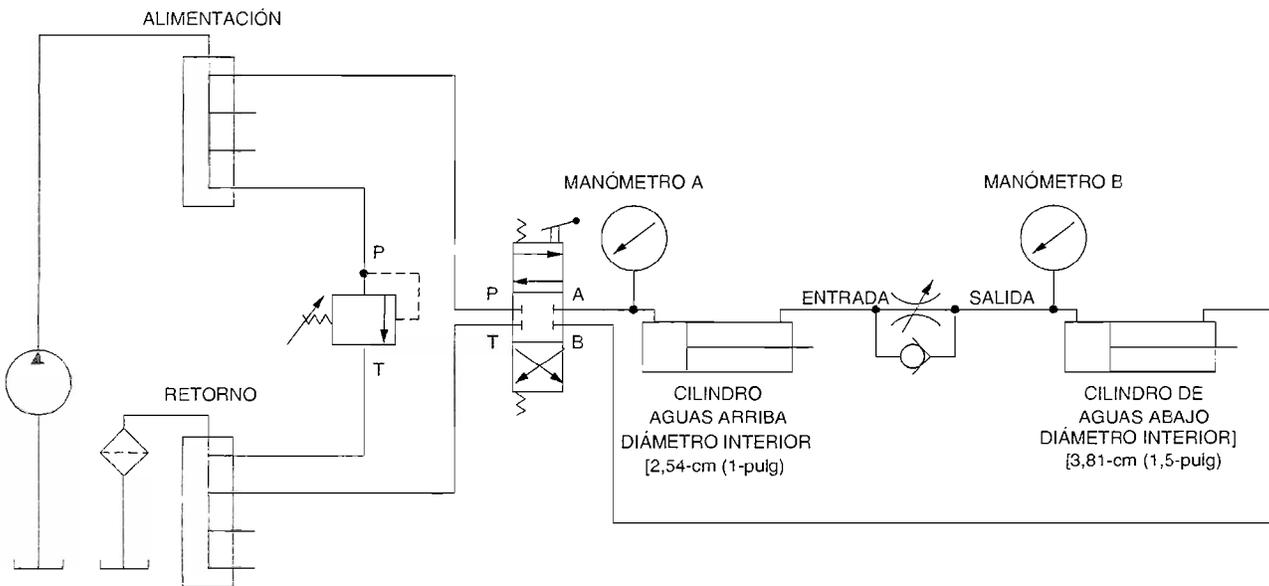


Figura 3-8. Circuito en serie en el cilindro aguas arriba.

**Nota:** Si los vástagos de los cilindros de 2,54 cm (1 pulg) y 3,81 cm (1,5 pulg) de diámetro interior no están completamente retractsados, no conecte el circuito de la figura 3-8. En vez de eso retracte el vástago de cada cilindro hidráulicamente utilizando el circuito de actuación del cilindro mostrado en la figura 2-10. Cuando ambos vástagos estén retractsados, conecte el circuito mostrado en la figura 3-8.

## Cilindros en serie

- 2. Antes de activar la fuente de alimentación hidráulica, realice el siguiente procedimiento inicial:
  - a. Asegúrese de que las mangueras estén firmemente conectadas.
  - b. Verifique el nivel de aceite en el depósito. Agregue aceite si se requiere.
  - c. Utilice lentes de seguridad.
  - d. Asegúrese de que el interruptor de energía en la fuente de alimentación hidráulica esté colocado en la posición OFF (APAGADO).
  - e. Conecte el cable de la fuente de alimentación hidráulica a una salida de energía de CA.
  - f. Abra completamente la válvula de alivio (gire la perilla totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj).
  
- 3. Active la fuente de alimentación hidráulica.
  
- 4. Abra completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj) de manera que ninguna carga sea colocada en el cilindro aguas arriba.
  
- 5. Mueva la palanca de la válvula direccional hacia el cuerpo de la válvula para extender ambos cilindros. Mientras mantiene la palanca de la válvula desplazada, gire la perilla de ajuste de la válvula de alivio en el sentido de las manecillas del reloj hasta que la presión del manómetro sea de 1720 kPa (250 psi). Retraiga los cilindros alejando la palanca de la válvula del cuerpo de la válvula.
  
- 6. Mientras observa los cilindros, mueva la palanca de la válvula direccional hacia el cuerpo de la válvula para extender su vástago. ¿Los cilindros inician y se detienen al mismo tiempo? ¿El cilindro aguas arriba [diámetro interior de 3,81 cm (1,5 pulg)] se extiende completamente? Explique.  
  

---

---

---

---
  
- 7. Retraiga los cilindros.
  
- 8. Ahora extienda y después retraiga los cilindros nuevamente y observe las lecturas de presión en los manómetros A y B de manera que los cilindros se extiendan. Registre estas presiones en el renglón "SIN CARGA" de la Tabla 3-6.

# Cilindros en serie

CONDICIÓN DE CARGA	PRESIÓN	
	MANÓMETRO A (CILINDRO AGUAS ARRIBA)	MANÓMETRO B (CILINDRO AGUAS ABAJO)
SIN CARGA		
CARGA MEDIA		
CARGA PESADA		
DETENIDO		

Tabla 3-6. Presión del circuito con carga en el cilindro aguas arriba.

- 9. Coloque una carga media en el cilindro aguas arriba. Para realizar esto, cierre completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla de ajuste totalmente en el sentido de las manecillas del reloj), después ábrala una vuelta.
  
- 10. Extienda y después retraiga los cilindros. ¿Inician su movimiento y se detienen al mismo tiempo?
  - Sí       No
  
- 11. Extienda y después retraiga los cilindros y observe las lecturas de presión en los manómetros A y B mientras los cilindros se extienden. Registre estas presiones en el renglón "CARGA MEDIA" de la Tabla 3-6.
  
- 12. Coloque una carga pesada en el cilindro aguas arriba. Para lograrlo, cierre completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en sentido de las manecillas del reloj) luego ábrala ½ vuelta.
  
- 13. Extienda y retraiga los cilindros. ¿Inician su movimiento y se detienen al mismo tiempo?
  - Sí       No
  
- 14. De sus observaciones, ¿el cambio en la carga afecta la sincronización de los dos cilindros? Explique por qué.

---



---



---

## Cilindros en serie

- 15. Extienda y retraiga los cilindros y observe las lecturas de presión en los manómetros A y B mientras los cilindros se extienden. Registre estas presiones en el renglón "CARGA PESADA" de la Tabla 3-6.
  
- 16. Cierre completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en sentido de las manecillas del reloj) de manera que el cilindro aguas arriba se detenga completamente.
  
- 17. Intente extender los cilindros, mientras observa las lecturas de presión en los manómetros A y B. Registre estas presiones en el renglón "DETENIDO" de la Tabla 3-6.
  
- 18. Desactive la fuente de alimentación hidráulica. No modifique el ajuste de presión de la válvula de alivio.
  
- 19. De acuerdo a la Tabla 3-6, la presión requerida para extender el cilindro aguas arriba ¿permanece aproximadamente constante cuando las diferentes cargas fueron colocadas en los cilindros aguas arriba? ¿Por qué?  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
  
- 20. ¿Por qué la presión en el manómetro B cayó cuando la carga detuvo los cilindros?  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

# Cilindros en serie

- 21. Si a Usted se le pidiera que modificara el tamaño del diámetro del cilindro aguas arriba, para permitir que ambos cilindros completaran su carrera total (10,16 cm/4 pulg) al mismo tiempo ¿qué tamaño de diámetro interior seleccionaría?

**Nota:** Mantenga el mismo tamaño del vástago (1,59 cm/ 0,625 pulg) para el cilindro aguas arriba.

---



---



---



---

## Circuito en serie con carga en el cilindro aguas arriba

- 22. Modifique sus conexiones de manera que coloque los dispositivos de carga (válvula de control de flujo no compensada) en el cilindro aguas arriba [diámetro interior de 3,81 cm (1,5 pulg)], como se muestra en la Figura 3-9.

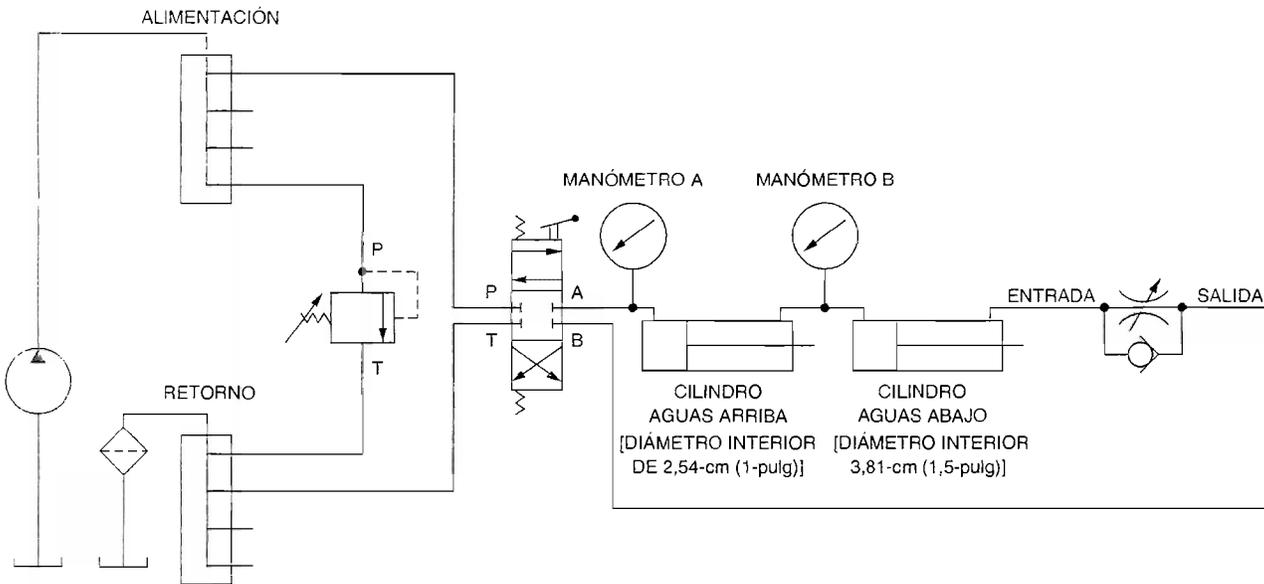


Figura 3-9. Circuito en serie con carga en el cilindro aguas arriba.

- 23. Active la fuente de alimentación hidráulica.
- 24. Abra completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj) de manera que no coloque carga en el cilindro aguas arriba.

## Cilindros en serie

25. Extienda los cilindros. ¿Todavía inician su movimiento y se detienen al mismo tiempo? Explique por qué.

---



---

26. Retraiga los cilindros.
27. Extienda y luego retraiga los cilindros y observe las lecturas de presión en los manómetros A y B mientras los cilindros se extienden. Registre estas presiones en el renglón "SIN CARGA" de la Tabla 3-7.

CONDICIÓN DE CARGA	PRESIÓN	
	MANÓMETRO A (CILINDRO AGUAS ARRIBA)	MANÓMETRO B (CILINDRO AGUAS ABAJO)
SIN CARGA		
CARGA MEDIA		
CARGA PESADA		
DETENIDO		

Tabla 3-7. Presiones del circuito con carga en el cilindro aguas arriba.

28. Coloque una carga media en el cilindro aguas abajo. Para lograrlo, cierre completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en el sentido de las manecillas del reloj), luego ábrala una vuelta.
29. Extienda y retraiga los cilindros y observe las lecturas de presión en los manómetros A y B mientras los cilindros se extienden. Registre estas presiones en el renglón "CARGA MEDIA" de la Tabla 3-7.
30. Coloque una carga pesada en el cilindro aguas abajo. Para lograrlo, cierre completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en el sentido de las manecillas del reloj), luego ábrala media vuelta.
31. Extienda y retraiga los cilindros y observe las lecturas de presión en los manómetros A y B mientras se extienden los cilindros. Registre estas presiones en el renglón "CARGA PESADA" de la Tabla 3-7.

## Cilindros en serie

- 32. Cierre completamente la válvula de control de flujo no compensada (gire la perilla totalmente en el sentido de las manecillas del reloj) de manera que el cilindro aguas abajo se detenga.
- 33. Intente extender los cilindros mientras observa las lecturas de presión en los manómetros A y B. Registre estas presiones en el renglón "DETENIDO" de la Tabla 3-7.
- 34. Desactive la fuente de alimentación hidráulica. Abra la válvula de alivio completamente (gire la perilla totalmente en el sentido contrario al de las manecillas del reloj).
- 35. De acuerdo a la Tabla 3-7, la presión en los manómetros A y B, ¿aumenta conforme la carga en el cilindro aguas abajo aumentó? ¿Por qué?

---

---

---

---

- 36. De acuerdo a la Tabla 3-7, la proporción de presión de los manómetro A y manómetro B, ¿es aproximadamente igual a la proporción del área total y anular ( $A_a/A_r$ ) del pistón del cilindro aguas arriba, para las condiciones de carga MEDIA, PESADA, Y DETENIDO? Si es así, explique por qué.

---

---

---

- 37. Explique la razón por la que la intensificación de la presión puede producirse en un circuito en serie.

---

---

---

---

- 38. Desconecte el cable de la salida de energía, luego desconecte todas las mangueras. Limpie cualquier residuo de aceite hidráulico.

# Cilindros en serie

- 39. Retire todos los componentes de la superficie de trabajo y limpie cualquier residuo de aceite hidráulico. Regrese todos los componentes a su lugar de almacenamiento.
- 40. Limpie cualquier residuo de aceite hidráulico del piso y del equipo didáctico. Deseche adecuadamente cualquier toalla de papel y tela utilizados para limpiar el aceite.

## CONCLUSIÓN

Este ejercicio mostró algunos principios del circuito los cuales rigen dos cilindros conectados en serie. Observó que ningún cilindro pudo moverse a menos de que el otro se haya movido. Observó que una vez que el cilindro aguas arriba se detuvo, el flujo no pudo dirigirse al cilindro aguas abajo y éste se detuvo inmediatamente. Cuando cambió el dispositivo de carga (válvula de control de flujo no compensada) en los cilindros, observó algunos cambios:

- Con el dispositivo de carga colocado en el cilindro aguas abajo, la presión en el extremo émbolo del cilindro aguas abajo permanece relativamente constante conforme la carga aumenta. Esto se debe a que la carga en el cilindro aguas abajo sólo tuvo la resistencia de sus sellos internos y la resistencia del flujo de aceite regresó al depósito. Esta carga no depende de las variaciones de la carga en la otra parte del circuito.
- Sin embargo, con el dispositivo de carga colocado en el cilindro aguas abajo la presión en el extremo émbolo del cilindro aguas arriba aumenta conforme la carga aumenta. La presión de entrada se intensifica por un factor igual a la proporción del área total y anular del pistón ( $A_T/A_A$ ) del cilindro aguas arriba, debido a la diferencia en el área de exposición entre cada lado del pistón del cilindro.

## PREGUNTAS DE REVISIÓN

1. ¿Qué significa "sincronización de cilindros"?

---

2. En un circuito en serie, ¿el cilindro aguas arriba puede extenderse después de que el cilindro aguas abajo completó su movimiento? ¿Por qué?

---

---

---

# Cilindros en serie

3. En un circuito en serie, donde los dos cilindros tienen el mismo tamaño y carrera, ¿ambos cilindros se extenderán completamente? Explique por qué.

---



---

4. En un circuito en serie donde la carga pesada es unida al cilindro aguas abajo, ¿por qué cantidad se intensificará la presión de entrada, si el cilindro aguas arriba tiene un diámetro interior de 3,81 cm (1,5-pulg) x vástago de cilindro de 1,59 cm (0,625 pulg)?

---



---

5. Calcule la salida de fuerza teórica en el circuito de la Figura 3-10.

---



---



---

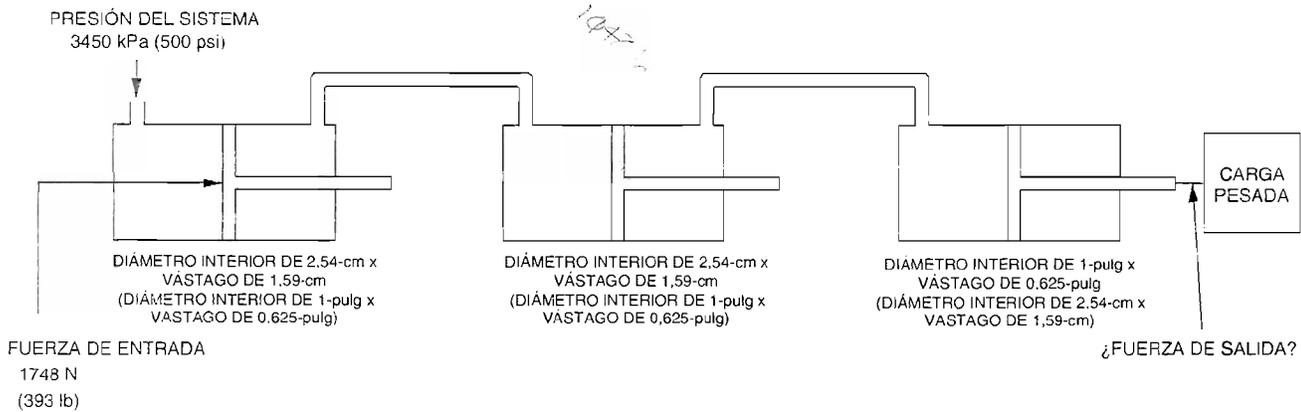


Figura 3-10. Circuito para la pregunta de revisión 5.