

Sandor, G. N. y A. G. Erdman (1984), *Advanced Mechanism Design: Analysis and Synthesis*, vol. 2. Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ.

Tao, D. C. (1964), *Applied Linkage Synthesis*. Addison Wesley: Reading, MA.

Para más información sobre *mecanismos espaciales*, se recomiendan las siguientes referencias:

Haug, E. J. (1989), *Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems*. Allyn and Bacon: Boston.

Nikravesh, P. E. (1988), *Computer Aided Analysis of Mechanical Systems*. Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ.

Suh, C. H. y C.W. Radcliffe (1978). *Kinematics and Mechanism Design*. John Wiley & Sons: Nueva York.

3.13 PROBLEMAS†

*3-1 Defina los siguientes ejemplos como casos de generación de trayectoria, movimiento o función.

- Un mecanismo apuntador de telescopio (rastreador de estrellas).
- Mecanismo de control de cucharón de una retroexcavadora.
- Un mecanismo de ajuste de un termostato.
- Un mecanismo de mando de cabeza de una impresora de computadora.
- Un mecanismo de control de una pluma de graficador XY.

3-2 Diseñe un mecanismo manivela-balancín de Grashof de cuatro barras, para 90° de movimiento de balancín de salida, sin retorno rápido. (Véase el ejemplo 3-1, p. 74.) Construya un modelo y determine las posiciones de agarrotamiento y el ángulo de transmisión mínimo con el modelo.

*3-3 Diseñe un mecanismo de cuatro barras que proporcione las dos posiciones mostradas en la figura P3-1 de movimiento de balancín de salida sin retorno rápido. (Véase el ejemplo 3-2, p. 75.) Construya un modelo y determine las posiciones de agarrotamiento y el ángulo de transmisión mínimo con el modelo.

3-4 Diseñe un mecanismo de cuatro barras que proporcione las dos posiciones mostradas en la figura P3-1 de movimiento del acoplador. (Véase el ejemplo 3-3, p. 76.) Construya un modelo y determine las posiciones de agarrotamiento y el ángulo de transmisión mínimo. Agregue una díada motriz. (Véase el ejemplo 3-4, p. 76.)

*3-5 Diseñe un mecanismo de cuatro barras que proporcione las tres posiciones de movimiento del acoplador sin retorno rápido mos-

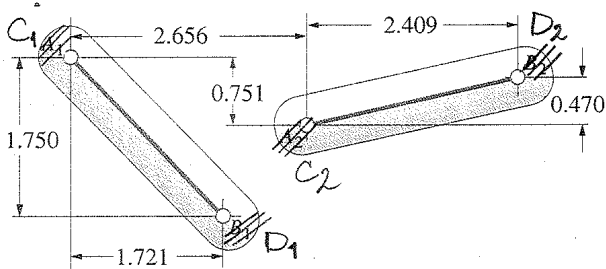


FIGURA P3-1 Problemas 3-3 a 3-4

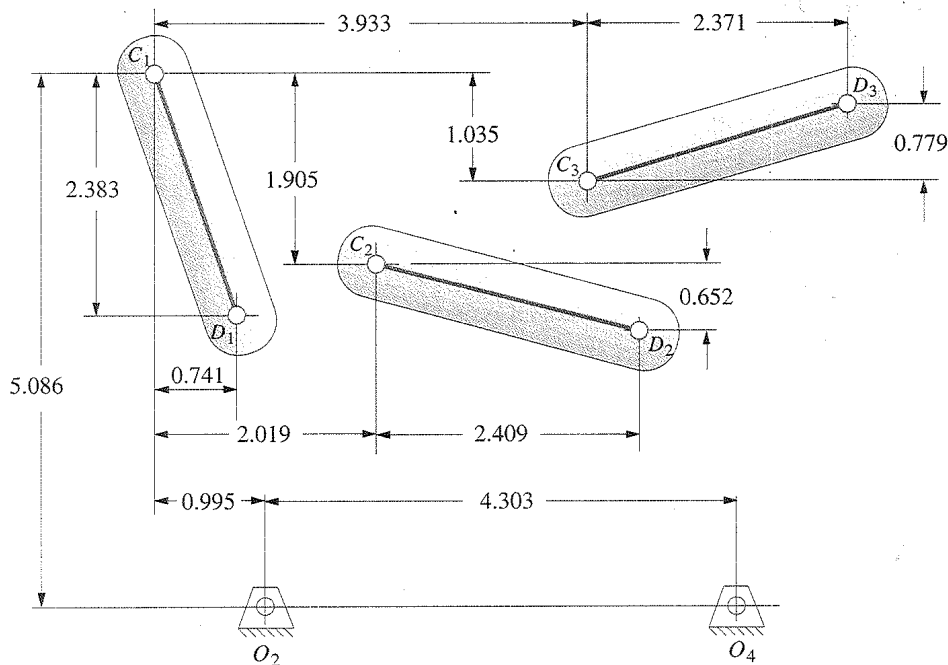


FIGURA P3-2 Problemas 3-5 a 3-6

* Respuestas en el apéndice F.

† Todas las figuras de los problemas se incluyen como archivos animados AVI y Working Model en el DVD. Los nombres de los archivos PDF son los mismos que el número de las figuras. Ejecute el programa *Animations.html* para tener acceso y ejecutar las animaciones.

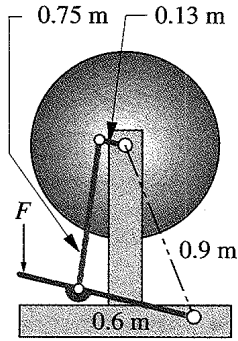


FIGURA P3-3 Problema 3-14. Rueda rectificadora operada por un pedal

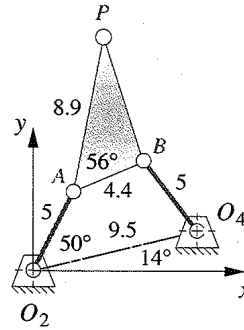


FIGURA P3-4 Problemas 3-15 a 3-18

- tradas en la figura P3-2. (Véase también el ejemplo 3-5, p. 77.) Ignore los puntos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo de cartón y determine las posiciones de agarrotamiento y el ángulo de transmisión mínima con el modelo. Agregue una díada motriz. (Véase el ejemplo 3-4, p. 76.)
- *3-6 Diseñe un mecanismo de cuatro barras que proporcione las tres posiciones mostradas en la figura P3-2 con los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y determine las posiciones de agarrotamiento y el ángulo de transmisión mínimo con el modelo. Agregue una díada motriz.
 - 3-7 Repita el problema 3-2 con una relación de tiempo de retorno rápido de 1:1.4. (Véase el ejemplo 3-9, p. 83.)
 - *3-8 Diseñe un mecanismo de seis barras de retorno rápido con eslabón de arrastre para una relación de tiempo de 1:2 y movimiento de balancín de salida de 60° .
 - 3-9 Diseñe un mecanismo de retorno rápido y manivela de cepilladora con una relación de tiempo de 1:3 (figura 3-14, p. 85).
 - *3-10 Encuentre los dos cognados del mecanismo mostrado en la figura 3-17 (p. 87). Dibuje los diagramas de Cayley y Roberts. Verifique sus resultados con el programa LINKAGES.
 - 3-11 Encuentre los tres mecanismos de cinco barras engranado equivalentes para los tres cognados de cuatro barras mostrados en la figura 3-25a (p. 94). Verifique sus resultados comparando las curvas del acoplador con el programa LINKAGES.
 - 3-12 Diseñe un mecanismo de seis barras con detenimiento simple para un detenimiento de 90° de movimiento de manivela, con un movimiento de balancín de salida de 45° .
 - 3-13 Diseñe un mecanismo de seis barras con detenimiento doble para un detenimiento de 90° de movimiento de manivela, con un movimiento de balancín de salida de 60° , seguido por un segundo detenimiento de aproximadamente 60° de movimiento de manivela.
 - 3-14 La figura P3-3 muestra una rueda de afilar operada por pedal impulsada por un mecanismo de cuatro barras. Construya un modelo del mecanismo a una escala conveniente. Determine sus ángulos de transmisión mínimos con el modelo. Comente sobre su funcionamiento. ¿Funcionará? Si es así, explique cómo lo hace.
 - 3-15 La figura P3-4 muestra un mecanismo de cuatro barras de no Grashof impulsado por el eslabón O_2A . Todas las dimensiones están en centímetros (cm).
 - a) Encuentre el ángulo de transmisión en la posición mostrada.
 - b) Encuentre las posiciones de agarrotamiento en función del ángulo AO_2O_4 .
 - c) Encuentre los ángulos de transmisión máximo y mínimo sobre su rango de movimiento mediante técnicas gráficas.
 - d) Trace la curva de acoplador del punto P sobre su rango de movimiento.
 - 3-16 Dibuje el diagrama de Roberts del mecanismo mostrado en la figura P3-4 y encuentre sus dos cognados. ¿Son o no son de Grashof?
 - 3-17 Diseñe un mecanismo de seis barras de Watt, clase I, para proporcionar movimiento paralelo a la trayectoria del acoplador que sigue el punto P del mecanismo mostrado en la figura P3-4.
 - 3-18 Agregue una díada motriz a la solución del problema 3-17 para impulsar el mecanismo a lo largo de su posible rango de movimiento sin retorno rápido. (El resultado será un mecanismo de ocho barras.)
 - 3-19 Diseñe un mecanismo de juntas de pasador el cual guiará hacia arriba y hacia abajo las horquillas del montacargas de la figura P3-5 en una línea recta aproximada sobre el rango de movimiento mostrado. Disponga de los pivotes fijos de manera que se encuentren cerca de cierta parte del armazón o cuerpo existente del montacargas.

TABLA P3-0

Tema/matriz de problemas

3.2 Tipo de movimiento	3-1
3.3 Condiciones limitantes	3-14, 3-15, 3-22, 3-23, 3-36, 3-39, 3-42
3.4 Síntesis dimensional	Dos posiciones 3-2, 3-3, 3-4, 3-20, 3-46, 3-47, 3-49, 3-50, 3-52, 3-53, 3-55, 3-56, 3-59, 3-60, 3-63, 3-64, 3-76, 3-77 Tres posiciones con pivotes móviles especificados 3-5, 3-48, 3-51, 3-54, 3-57, 3-61, 3-65 Tres posiciones con pivotes fijos especificados 3-6, 3-58, 3-62, 3-66
3.5 Mecanismos de retorno rápido	Cuatro barras 3-7, 3-67, 3-68, 3-69 Seis barras 3-8, 3-9, 3-70, 3-71
3.6 Curvas del acoplador	3-15, 3-33, 3-34, 3-35, 3-78 a 3-83
3.7 Cognados	3-10, 3-16, 3-29, 3-30, 3-37, 3-40, 3-43 Movimiento paralelo 3-17, 3-18, 3-21, 3-28 Cognados de cinco barras engranados del mecanismo de cuatro barras 3-11, 3-25, 3-38, 3-41, 3-44
3.8 Mecanismos de línea recta	3-19, 3-31, 3-32, 3-76, 3-77
3.9 Mecanismos con detenimiento	Detenimiento simple 3-12, 3-72, 3-73, 3-74 Detenimiento doble 3-13, 3-26, 3-27



* Respuestas en el apéndice F.

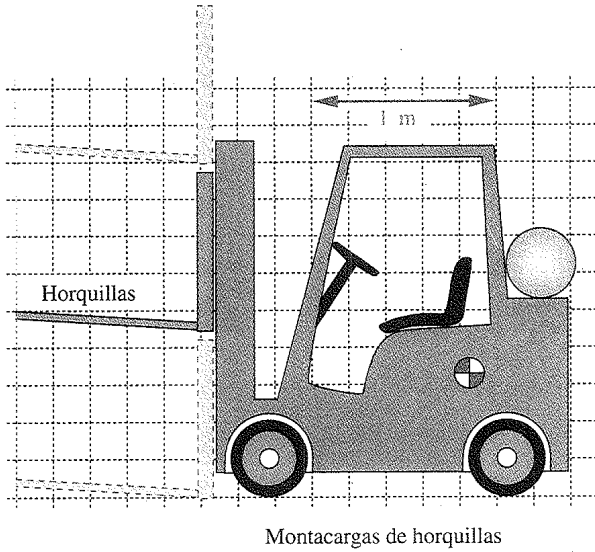


FIGURA P3-5 Problema 3-19

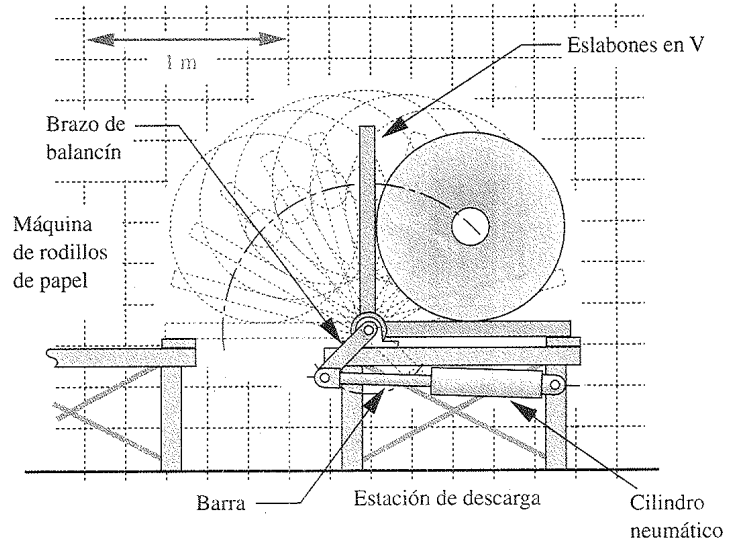


FIGURA P3-6 Problema 3-20

- 3-20 La figura P3-6 muestra un mecanismo de descarga de “eslabón en V” de una transportadora de rodillos de papel. Diseñe un mecanismo de juntas de pasador para reemplazar el cilindro neumático motriz que hace girar el brazo de balancín y el eslabón en V a través de los 90° mostrados. Mantenga los pivotes fijos tan cerca de la estructura existente como sea posible. Su mecanismo de cuatro barras deberá ser de Grashof y estar agarrotado en cada posición extrema del brazo de balancín.
- 3-21 La figura P3-7 muestra un mecanismo transportador de viga viajera, el cual emplea una curva del acoplador de cuatro barras, reproducido con mecanismo de paralelogramo para movimiento paralelo. Observe que la manivela y el acoplador duplicados mostrados como imágenes fantasmas en la mitad derecha del mecanismo son redundantes y deben eliminarse del mecanismo de cuatro barras duplicado. Mediante la misma etapa motriz de cuatro barras (eslabones L_1, L_2, L_3, L_4 con un punto de acoplador P), diseñe un mecanismo de seis barras de Watt, de clase I, que impulse el eslabón 8 con el mismo movimiento paralelo mediante dos eslabones menos.
- *3-22 Encuentre los ángulos de transmisión máximo y mínimo del impulsor de cuatro barras (eslabones L_1, L_2, L_3, L_4) en la figura P3-7 con precisión gráfica.
- *3-23 La figura P3-8 muestra un mecanismo de cuatro barras usado en un telar mecánico para lanzar una lengüeta en forma de peine contra el hilo, para “entretejerlo” en la tela. Determine la condición de Grashof y sus ángulos de transmisión mínimo y máximo con precisión gráfica.
- 3-24 Dibuje el diagrama de Roberts y encuentre los cognados del mecanismo mostrado en la figura P3-9.
- 3-25 Encuentre el mecanismo cognado de cinco barras engranado equivalente del mecanismo mostrado en la figura P3-9.
- 3-26 Use el mecanismo de la figura P3-9 para diseñar un mecanismo de ocho barras con doble deteni-miento que tenga un balancín de salida a 45°.
- 3-27 Use el mecanismo de la figura P3-9 para diseñar un mecanismo de ocho barras con doble deteni-miento que tiene una carrera de la corredora de salida de 5 unidades de manivela.

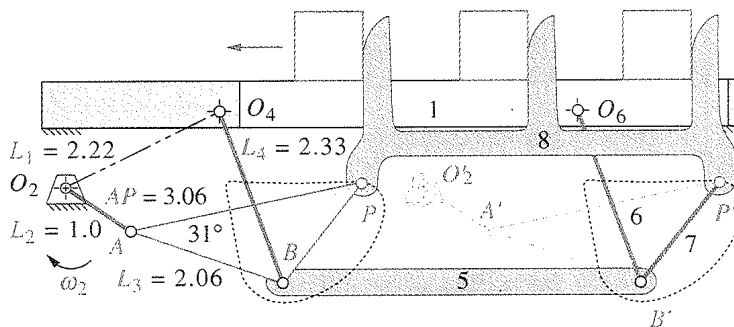


FIGURA P3-7 Problemas 3-21 a 3-22. Mecanismo de transporte de ocho barras de viga viajera en línea recta

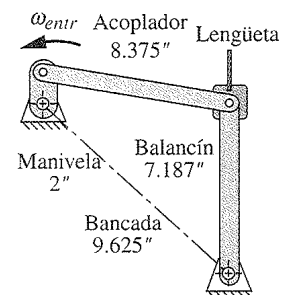


FIGURA P3-8 Problema 3-23 Transmisión de una tejedora de barras descubiertas

* Respuestas en el apéndice F.

- 3-28 Use dos de los cognados mostrados en la figura 3-26b (p. 95) para diseñar un mecanismo de seis barras de Watt, tipo I, con movimiento paralelo que lleve un eslabón a través de la misma curva del acoplador en todos los puntos. Comente sobre sus similitudes con el diagrama de Roberts original.
- 3-29 Encuentre los cognados del mecanismo de línea recta de Watt mostrado en la figura 3-29a (p. 98).
- 3-30 Encuentre los cognados del mecanismo de línea recta de Roberts mostrado en la figura 3-29b (p. 98).
- *3-31 Diseñe un mecanismo de línea recta de Hoeken que produzca un error mínimo de velocidad en más de 22% del ciclo para un movimiento en línea recta de 15 cm de largo. Especifique todos los parámetros del mecanismo.
- 3-32 Diseñe un mecanismo de línea recta de Hoeken que produzca un error mínimo de rectitud en más del 39% del ciclo para un movimiento en línea recta de 20 cm de largo. Especifique todos los parámetros del mecanismo.
- 3-33 Diseñe un mecanismo que produzca una curva del acoplador simétrica en forma de "habichuela" como se muestra en la figura 3-16 (p. 87). Use los datos de la figura 3-21 (p. 91) para determinar las relaciones de eslabón requeridas y genere la curva del acoplador con el programa LINKAGES.
- 3-34 Repita el problema 3-33 para una curva del acoplador en "doble recta".
- 3-35 Repita el problema 3-33 para una curva de acoplador en forma de "cimitarra" con dos cúspides distintas. Demuestre que existen (o no) cúspides verdaderas en la curva con el programa LINKAGES. (Sugerencia: Piense en la definición de una cúspide y en cómo puede utilizar los datos del programa para mostrarla.)
- *3-36 Encuentre la condición de Grashof, la inversión, las posiciones límite y los valores extremos del ángulo de transmisión (con precisión gráfica) del mecanismo mostrado en la figura P3-10.
- 3-37 Dibuje el diagrama de Roberts y encuentre los cognados del mecanismo mostrado en la figura P3-10.
- 3-38 Encuentre los tres cognados de cinco barras engranados del mecanismo mostrado en la figura P3-10.
- *3-39 Encuentre la condición de Grashof, las posiciones límite y los valores extremos del ángulo de transmisión (con precisión gráfica) del mecanismo mostrado en la figura P3-11.
- 3-40 Dibuje el diagrama de Roberts y encuentre los cognados del mecanismo mostrado en la figura P3-11.
- 3-41 Encuentre los tres cognados de cinco barras engranados del mecanismo mostrado en la figura P3-11.
- *3-42 Encuentre la condición de Grashof, las posiciones límite y los valores extremos del ángulo de transmisión (con precisión gráfica) del mecanismo de la figura P3-12.
- 3-43 Dibuje el diagrama de Roberts y encuentre los cognados del mecanismo mostrado en la figura P3-12.
- 3-44 Encuentre los tres cognados de cinco barras engranados del mecanismo mostrado en la figura P3-12.
- 3-45 Demuestre que las relaciones entre las velocidades angulares de varios eslabones en el diagrama de Roberts mostrado en la figura 3-25 (p. 94) son verdaderas.
- 3-46 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-13 de la posición 1 a la 2, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una diáda motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-47 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-13 de la posición 2 a la 3, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una diáda motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-48 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-13 a través de las tres posiciones mostradas, con los puntos A y B para fijación. Agregue una diáda motriz para

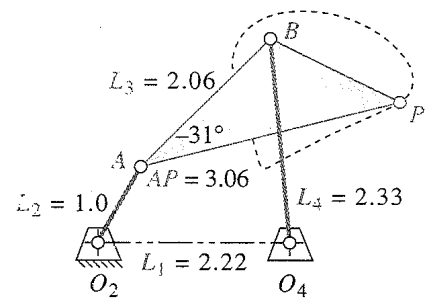


FIGURA P3-9 Problemas 3-24 a 3-27

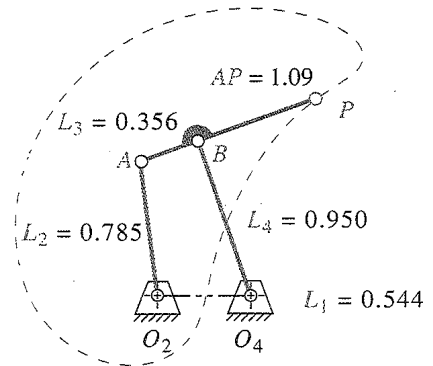


FIGURA P3-10 Problemas 3-36 a 3-38

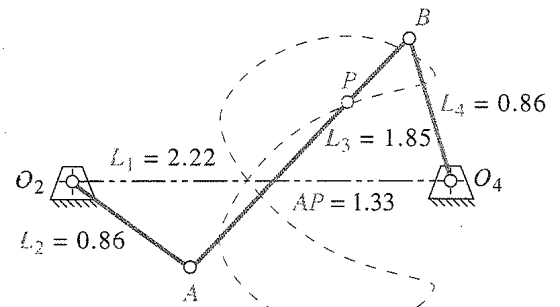


FIGURA P3-11 Problemas 3-39 a 3-41

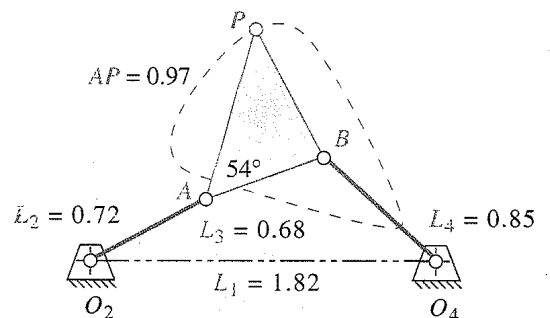


FIGURA P3-12 Problemas 3-42 a 3-44

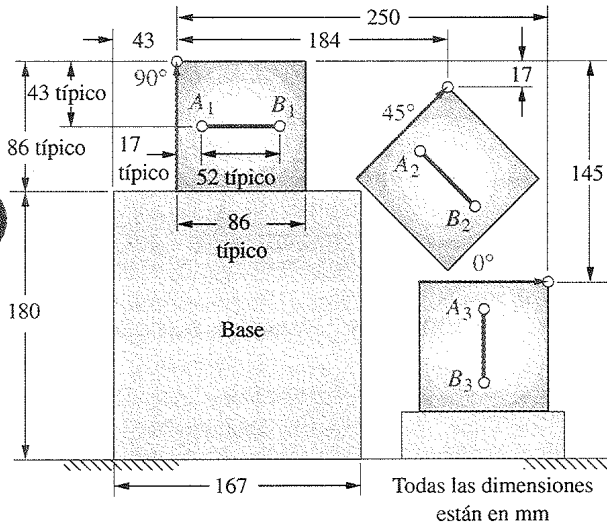


FIGURA P3-13 Problemas 3-46 a 3-48

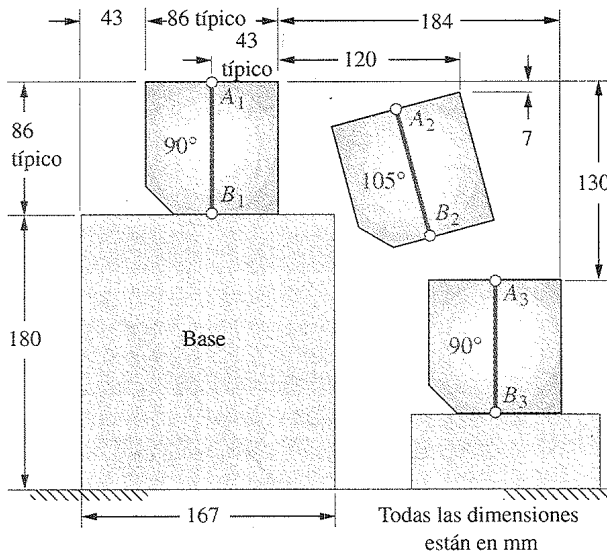


FIGURA P3-14 Problemas 3-49 a 3-51

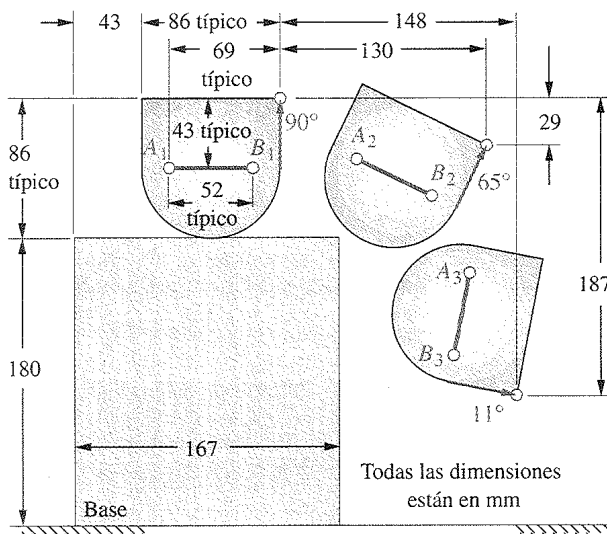


FIGURA P3-15 Problemas 3-52 a 3-54

limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.

- 3-49 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-14 de la posición 1 a la 2, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-50 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-14 de la posición 2 a la 3, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-51 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-14 a través de las tres posiciones mostradas, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-52 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-15 de la posición 1 a la 2, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-53 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-15 de la posición 2 a la 3, y utilice los puntos A y B para fijación. Agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-54 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-15 a través de las tres posiciones mostradas, con los puntos A y B para fijación. Agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras. Todos los pivotes fijos deberán estar en la base.
- 3-55 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-16 de la posición 1 a la 2. Ignore la tercera posición y los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-56 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el objeto mostrado en la figura P3-16 de la posición 2 a la 3. Ignore la primera posición y los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-57 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para producir las tres posiciones mostradas en la figura P3-16. Ignore los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-58 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para producir las tres posiciones mostradas en la figura P3-16 y utilice los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. (Véase el ejemplo 3-7, p. 79.)

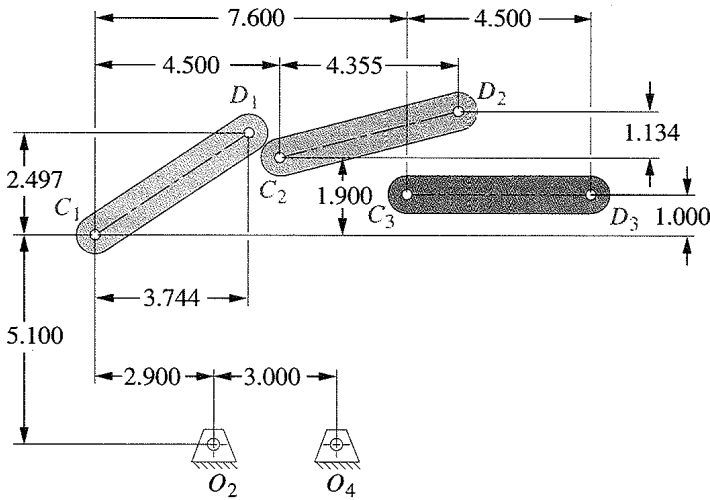


FIGURA P3-16 Problemas 3-55 a 3-58

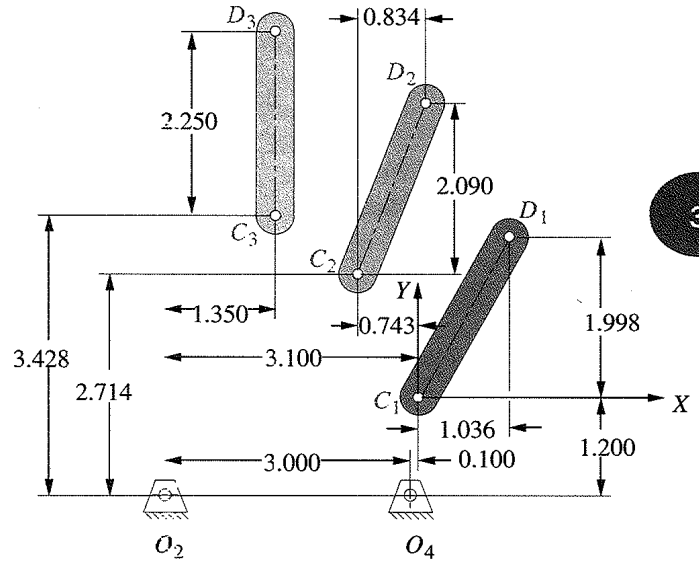


FIGURA P3-17 Problemas 3-59 a 3-62

Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones mostrado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.

- 3-59 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el eslabón mostrado en la figura P3-17 de la posición 1 a la 2. Ignore la tercera posición y los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones mostrado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-60 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el eslabón mostrado en la figura P3-17 de la posición 2 a la 3. Ignore la primera posición y los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-61 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para obtener las tres posiciones mostradas en la figura P3-17. Ignore los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-62 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para obtener las tres posiciones mostradas en la figura P3-17 y utilice los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. (Véase el ejemplo 3-7, p. 79.) Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-63 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el eslabón mostrado en la figura P3-18 de la posición 1 a la 2. Ignore la tercera posición y los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-64 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el eslabón mostrado en la figura P3-18 de la posición 2 a la 3. Ignore la primera posición y los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-65 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para obtener las tres posiciones mostradas en la figura P3-18. Ignore los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo y agregue una dada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-66 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para obtener las tres posiciones mostradas en la figura P3-18 y utilice los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. (Véase el ejemplo 3-7, p. 79.) Construya un modelo y

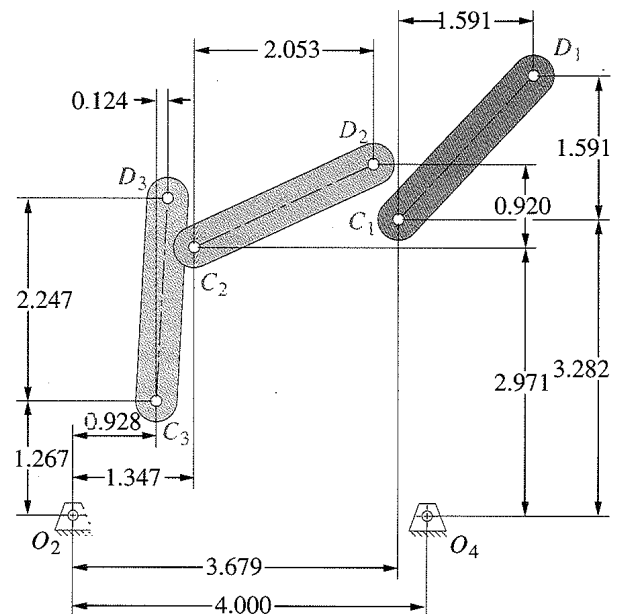


FIGURA P3-18 Problemas 3-63 a 3-66

- agregue una dñada motriz para limitar su movimiento al rango de posiciones diseñado para convertirlo en un mecanismo de seis barras.
- 3-67 Diseñe un mecanismo de cuatro barras de Grashof de manivela-balancín para 120° de movimiento de salida del balancín con una relación de tiempo de retorno rápido de 1:1.2. (Véase el ejemplo 3-9, p. 83.)
- 3-68 Diseñe un mecanismo de cuatro barras de Grashof de manivela-balancín para 100° de movimiento de salida del balancín con una relación de tiempo de retorno rápido de 1:1.5. (Véase el ejemplo 3-9, p. 83.)
- 3-69 Diseñe un mecanismo de cuatro barras de Grashof de manivela-balancín para 80° de movimiento de salida del balancín con una relación de tiempo de retorno rápido de 1:1.33. (Véase el ejemplo 3-9, p. 83.)
- 3-70 Diseñe un mecanismo de seis barras de retorno rápido con eslabón de arrastre para una relación de tiempo de 1:4 y movimiento de salida del balancín de 50° .
- 3-71 Diseñe un mecanismo de retorno rápido de manivela de cepilladora para una relación de tiempo de 1:2.5 (figura 3-14, p. 85).
- 3-72 Diseñe un mecanismo de seis barras para un detenimiento simple de 70° , con un movimiento de salida del balancín de 30° , mediante un mecanismo de cuatro barras simétrico que tenga los siguientes parámetros: relación de eslabón de bancada = 2.0, relación del eslabón común = 2.0 y ángulo del acoplador $\gamma = 40^\circ$. (Véase el ejemplo 3-13, p. 103.)
- 3-73 Diseñe un mecanismo de seis barras para un detenimiento simple de 100° , con un movimiento de salida del balancín de 50° , mediante un mecanismo de cuatro barras simétrico que tenga los siguientes parámetros: relación de eslabón de bancada = 2.0, relación del eslabón común = 2.5 y ángulo del acoplador $\gamma = 60^\circ$. (Véase el ejemplo 3-13, p. 103.)
- 3-74 Diseñe un mecanismo de seis barras para un detenimiento simple de 80° , con un movimiento de salida del balancín de 45° , mediante un mecanismo de cuatro barras simétrico que tenga los siguientes parámetros: relación de eslabón de bancada = 2.0, relación del eslabón común = 1.75 y ángulo del acoplador $\gamma = 70^\circ$. (Véase el ejemplo 3-13, p. 103.)
- 3-75 Con el método del ejemplo 3-11 (p. 95), demuestre que el mecanismo de seis barras de línea recta de Chebyshev de la figura P2-5 (p. 63) es una combinación del mecanismo de cuatro barras de línea recta de Chebyshev de la figura 3-29d y su cognado de Hoeken de la figura 3-29e (p. 98). Véase también la figura 3-26 (p. 95) para información adicional útil para esta solución. Construya gráficamente el mecanismo de seis barras de Chebyshev de movimiento paralelo de la figura P2-5a (p. 63) a partir de sus dos mecanismos de cuatro barras constituyentes y construya un modelo físico o de computadora del resultado.
- 3-76 Diseñe una dñada para impulsar el eslabón 2 del mecanismo en línea recta de Evans de la figura 3-29f (p. 99) de 150° a 210° . Dibuje un modelo del mecanismo de seis barras resultante y trace la curva del acoplador.
- 3-77 Diseñe una dñada para impulsar el eslabón 2 del mecanismo en línea recta de Evans de la figura 3-29g (p. 91) de -40° a 40° . Dibuje un modelo del mecanismo de seis barras resultante y trace la curva del acoplador.
- 3-78 La figura 6 de la página ix del atlas Hrones y Nelson de curvas del acoplador de cuatro barras (en el DVD del libro) muestra un acoplador de 50 puntos que fue usado para generar las curvas del atlas. Utilizando la definición del vector \mathbf{R} dado en la figura 3-17b (p. 87) del texto, determine los 10 posibles pares de valores de ϕ y R del primer renglón de puntos sobre el eje horizontal si el espaciado entre los puntos de la malla es de la mitad de la manivela unitaria.
- *3-79 El primer conjunto de 10 curvas del acoplador de la página 1 del atlas Hrones y Nelson de curvas del acoplador de cuatro barras (en el DVD del libro) tiene $A = B = C = 1.5$. Modele este mecanismo con el programa LINKAGES usando el punto del acoplador más lejano a la izquierda del renglón que se muestra en la página 1 y grafique la curva del acoplador resultante. Observe que tendrá que orientar el eslabón 1 con el ángulo apropiado en LINKAGES para obtener la curva que se muestra en el atlas.
- 3-80 Repita el problema 3-79 para el conjunto de curvas del acoplador de la página 17 del atlas Hrones y Nelson (vea la página 32 del archivo PDF en el DVD del libro) que tiene $A = 1.5$, $B = C = 3.0$, usando el punto del acoplador más lejano a la derecha del renglón que se muestra.
- 3-81 Repita el problema 3-79 para el conjunto de curvas del acoplador de la página 21 del atlas Hrones y Nelson (vea la página 36 del archivo PDF en el DVD del libro) que tiene $A = 1.5$, $B = C = 3.5$, usando el segundo punto del acoplador a partir del extremo derecho del renglón que se muestra.
- 3-82 Repita el problema 3-79 para el conjunto de curvas del acoplador de la página 34 del atlas Hrones y Nelson (vea la página 49 del archivo PDF en el DVD del libro) que tiene $A = 2.0$, $B = 1.5$, $C = 2.0$, usando el punto del acoplador más lejano a la derecha del renglón que se muestra.

- 3-83 Repita el problema 3-79 para el conjunto de curvas del acoplador de la página 115 del atlas Hrones y Nelson (vea la página 130 del archivo PDF en el DVD del libro) que tiene $A = 2.5$, $B = 1.5$, $C = 2.5$, usando el quinto punto del acoplador a partir del extremo izquierdo del renglón que se muestra.
- 3-84 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el eslabón que se muestra en la figura P3-19 de la posición 1 a la posición 2. No tome en cuenta la tercera posición ni los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Con un modelo de cartón, demuestre el movimiento requerido.
- 3-85 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para mover el eslabón que se muestra en la figura P3-19 de la posición 2 a la posición 3. No tome en cuenta la primera posición ni los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Con un modelo de cartón, demuestre el movimiento requerido.
- 3-86 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para obtener las tres posiciones que se muestran en la figura P3-19. No tome en cuenta los puntos O_2 y O_4 mostrados. Construya un modelo de cartón que tenga topes para limitar su movimiento al rango de posiciones designadas.
- 3-87 Diseñe un mecanismo de cuatro barras para obtener las tres posiciones que se muestran en la figura P3-19 con los pivotes fijos O_2 y O_4 mostrados. Vea el ejemplo 3-7 (p. 79). Construya un modelo de cartón que tenga topes para limitar su movimiento al rango de posiciones designadas.

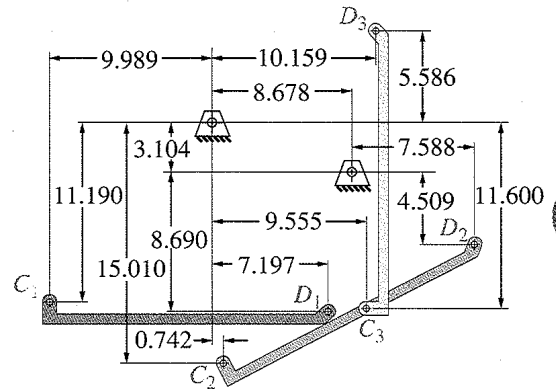


FIGURA P3-19 Problemas 3-84 a 3-87

3.14 PROYECTOS

Estos enunciados de proyectos a gran escala carecen de manera deliberada de detalles y estructura y están definidos sin mucha precisión. Por lo tanto, son similares a la clase del planteamiento de problema de "identificación de necesidad" encontrado en la práctica de ingeniería. Se deja al estudiante que estructure el problema mediante investigación preliminar y cree un establecimiento claro de metas y un conjunto de especificaciones de desempeño antes de diseñar una solución. Este proceso de diseño se describió en el capítulo 1 y deberá seguirse en todos estos ejemplos. Estos proyectos pueden realizarse y analizarse cabalmente mediante los métodos presentados en capítulos posteriores. Todos los resultados deberán documentarse en un reporte profesional de ingeniería.

- P3-1 El entrenador de tenis necesita un mejor servidor de pelotas de tenis para prácticas. Este dispositivo debe disparar una serie de pelotas de tenis estándar desde un lado de una cancha de tenis hasta la red, de manera que caigan y reboten dentro de cada una de las tres áreas de la cancha definidas por las líneas blancas de la cancha. El orden y frecuencia de las caídas de las pelotas en una de las tres áreas de la cancha deben ser aleatorias. El sistema debe funcionar automáticamente y sin vigilancia. Deberá servir 50 pelotas entre recargas. La temporización de los servicios de pelotas deberán variar. Por simplicidad, se prefiere un diseño de mecanismo de juntas de pasador impulsado por motor.
- P3-2 Una paciente parapléjica perdió todo el movimiento de su cuerpo, excepto el de su cabeza. Ella sólo puede mover una pequeña "varilla bucal" para cerrar un interruptor. Era una ávida lectora antes de su lesión, y le gustaría leer de nuevo libros de pasta dura estándar sin la necesidad de que una persona dé vuelta a las páginas por ella. Por lo tanto, se requiere un cambiador de páginas automático barato, simple y confiable. El libro puede colocarse en el dispositivo por un ayudante. Deberá acomodar la máxima variedad de tamaños de libro posibles. Se debe evitar el daño a los libros, y la seguridad del usuario es de primordial importancia.
- P3-3 ¡La abuela no está en su mecedora otra vez! Su nieto menor corre hacia ella a la sala de Bingo para abrazarla, pero se debe hacer algo por su mecedora antes de que regrese. Ella se ha quejado de que su artritis hace que sea doloroso empujar la mecedora. Así que, para su cumpleaños 100 dentro de 2 semanas, se le dará una sorpresa con una mecedora nueva, motorizada, automática. Las únicas restricciones son que el dispositivo debe ser seguro y proporcionar movimientos interesantes y placenteros, similares a los de su mecedora Boston actual, a todas las partes del cuerpo del ocupante. Como la simplicidad es la marca de un buen diseño, se prefiere un mecanismo con sólo juntas de pasador completas.
- P3-4 El parque de diversiones local sufre a consecuencia de la proliferación de salas de juegos de computadora. Necesita un juego nuevo y más emocionante que atraiga a clientes nuevos. Las únicas restricciones son que debe ser seguro, emocionante y que no someta a los usuarios a aceleraciones o velocidades excesivas. Además, debe ser tan compacto como sea posible, puesto que el espacio es limitado. Se prefieren juntas de pasador completas y una entrada rotatoria continua.
- P3-5 La sección estudiantil de ASME está patrocinando un concurso de primavera en el campus. Necesitan un mecanismo para su cabina "Refresque a su profesor", el cual sumergirá y sacará de la tina

de agua al infortunado voluntario (a fuerza). Los contendientes proporcionarán las entradas para un mecanismo de *GDL* múltiples. Si conocen su cinemática, pueden proporcionar una combinación de entradas que echarán al agua a la víctima.

- P3-6 La Casa Nacional de los Panqués desea automatizar su producción de panqués. Necesita un mecanismo que voltee automáticamente los panqués “al vuelo” cuando viajen a través de la tortera sobre una transportadora de movimiento continuo. Este mecanismo debe ajustarse a la velocidad constante de la transportadora, recoger un panqué, voltearlo y colocarlo de nuevo sobre la transportadora.
- P3-7 En la actualidad, existen muchas variedades y formas de monitores de video de computadora. Su uso durante mucho tiempo causa fatiga de los ojos y del cuerpo. Se requiere un soporte ajustable que sostenga al monitor y al teclado en cualquier posición que el usuario considere cómoda. La unidad de procesamiento central (CPU) de la computadora puede colocarse en una posición remota. Este dispositivo debe ser autónomo, de modo que se pueda utilizar con una silla, sillón o sofá cómodo elegido por el usuario. No deberá requerir que asuma una postura de “sentado frente a un escritorio” convencional para utilizar la computadora. Debe ser estable en todas las posiciones y soportar con seguridad el peso del equipo.
- P3-8 La mayoría de los remolques de botes pequeños deben sumergirse en el agua cuando meten o sacan el bote. Esto reduce en gran medida su vida útil, sobre todo en agua salada. Se requiere un remolque que permanezca en tierra firme mientras meten o sacan el bote. Ninguna parte del remolque debe humedecerse. La seguridad del usuario es de gran importancia, lo mismo que la protección contra daños al bote.
- P3-9 La fundación “Salven al Pichón” solicita el diseño de un lanzador de pichones más humano. Aunque no se ha logrado aprobar la legislación para evitar la matanza indiscriminada de éstos, les preocupan los aspectos inhumanos de las grandes aceleraciones impartidas al pichón cuando es lanzado al cielo para que el tirador le dispare. Se requiere un lanzador de pichones que acelere suavemente al pichón de arcilla hacia la trayectoria deseada.
- P3-10 Las máquinas de monedas “mecedoras de niños” que se encuentran afuera de los supermercados, en general, proporcionan movimientos de balanceo poco imaginativo al usuario. Se requiere una “mecedora” superior que produzca movimientos más interesantes y sea segura para los niños pequeños.
- P3-11 Cabalgar es un pasatiempo o deporte muy costoso. Se requiere un simulador de paseo ecuestre para entrenar a quienes son prospectos de jinetes. Este dispositivo deberá proporcionar movimientos similares al ocupante a los que sentiría en la silla con varios tipos de galope como caminata, medio galope o galope. Una versión más avanzada también podría presentar movimientos de salto. La seguridad del usuario es muy importante.
- P3-12 La nación se encuentra en la locura por el ejercicio físico. Se han ideado muchas máquinas ejercitadoras. Aún existe espacio para mejorar estos dispositivos. Por lo general, están diseñados para los atletas jóvenes y fuertes. También existe la necesidad de una máquina ejercitadora, ergonómicamente óptima, para las personas mayores que necesitan ejercicios más suaves.
- P3-13 Un paciente parapléjico necesita un dispositivo para pararse de su silla de ruedas y meterse en el jacuzzi sin ayuda. Tiene fuerza suficiente en la parte superior de su cuerpo y brazos. La seguridad es primordial.
- P3-14 La armada solicitó una caminadora mecánica para probar la durabilidad de sus botas. Debe imitar el modo de caminar de una persona y generar fuerzas similares al pie de un soldado promedio.
- P3-15 La NASA desea una máquina de gravedad cero para el entrenamiento de astronautas. Debe soportar a una persona y producir aceleración de 1-g negativa durante el mayor tiempo posible.
- P3-16 La Amusement Machine Co. Inc. desea un juego de “látigo” móvil que proporcione a dos o cuatro pasajeros un paseo emocionante pero seguro y el cual pueda jalarse con una camioneta pick-up.
- P3-17 La Fuerza Aérea solicitó un simulador para el entrenamiento de pilotos que los exponga a fuerzas g similares a las que experimentarían en maniobras de combate aéreo.
- P3-18 Cheers necesita un mejor simulador de “toro mecánico” para su bar “yuppie” en Boston. Debe simular un “jineteo de toro salvaje” pero seguro.
- P3-19 A pesar de la mejora del acceso para discapacitados, muchas banquetas bloquean el acceso de sillas de ruedas a lugares públicos. Diseñe un accesorio para sillas de ruedas convencionales que le permita brincar las banquetas.
- P3-20 Un carpintero necesita un accesorio de volteo para su camión de reparto de modo que pueda descargar materiales de construcción. No puede darse el lujo de comprar un camión de volteo.
- P3-21 El carpintero del proyecto P3-20 desea un montacargas económico que pueda usar en su camión de reparto para subir y bajar cargas pesadas sobre la caja del camión.
- P3-22 El carpintero del proyecto P3-20 es muy exigente (y perezoso). Desea un dispositivo para levantar lajas y paneles de madera hasta el techo o paredes y detenerlos mientras los clava.

- P3-23 Click y Clack, los hermanos colocadores, necesitan un mejor gato de transmisiones para su taller Good News. Este dispositivo debe colocar la transmisión debajo del carro (sobre un elevador) y permitir maniobrarla para colocarla en su lugar con seguridad y rapidez.
- P3-24 Un parapléjico que era un ávido golfista antes de lesionarse desea un mecanismo que le permita ponerse de pie en su silla de ruedas para jugar golf una vez más. No debe interferir con el uso normal de la silla de ruedas, aunque podría desmontarse de la silla cuando no juegue golf.
- P3-25 Se requiere un elevador para levantar una silla de ruedas y una persona a 3 pies del piso del garaje, hasta el primer piso de la casa. La seguridad, la confiabilidad y el costo son lo más importante.
- P3-26 Un parapléjico necesita un mecanismo que pueda instalarse en un camión de reparto de 3 puertas que levante su silla de ruedas detrás del asiento del conductor. Esta persona tiene una excelente resistencia en la parte superior de su cuerpo y, con la ayuda de manijas especialmente instaladas en el camión, puede entrar a la cabina desde la silla. El camión puede modificarse como se requiera para que pueda realizar esta tarea. Por ejemplo, se pueden agregar puntos de fijación a su estructura y el asiento posterior del camión puede removerse si es necesario.
- P3-27 Existe demanda por un mejor *dispositivo de transportadoras de bebés*. Muchos dispositivos como éstos se pueden encontrar en el mercado. Algunos son carreolas, otros andaderas. Algunos son convertibles de usos múltiples. Los datos de investigación de mercadeo hasta ahora indican que los clientes desean portabilidad (es decir, plegabilidad), peso ligero, operación con una mano y ruedas grandes. Algunas de estas características están presentes en algunos dispositivos existentes. El dispositivo debe ser estable, efectivo y seguro para el bebé y el operador. Se prefieren juntas completas a las semijuntas, y la simplicidad es la marca de un buen diseño. Se desea un mecanismo de operación manual.
- P3-28 El propietario de un bote ha pedido que se diseñe un mecanismo elevador para mover de manera automática un bote de 1 000 lb y 15 pies desde la base sobre el suelo hacia el agua. Una barda protege el embarcadero del propietario, y la base del bote descansa sobre la barda. La variación de la marea es de 4 pies y la barda se encuentra a 3 pies sobre la marca de marea alta. Su mecanismo entrará en contacto con el suelo y moverá el bote desde su posición de almacenamiento sobre la base hasta el agua y lo regresará a su lugar. El dispositivo debe ser seguro y fácil de utilizar, y no demasiado costoso.
- P3-29 ¡Los contenedores de basura están llenos! ¡Estamos a punto de ahogarnos en la basura! El mundo necesita un mejor compactador de basura. Deberá ser simple, económico, silencioso, compacto y seguro. Puede ser manual o motorizado, pero se prefiere la operación manual para mantener bajo el costo. El dispositivo debe ser estable, eficaz y seguro para el operador.
- P3-30 Un pequeño contratista necesita un miniaditamento de volteo para su camión. Ha fabricado varios recipientes de basura de 4 pies \times 4 pies \times 3.5 pies de altura. El recipiente vacío pesa 150 lb. Necesita un mecanismo que sujete las escuadras de sus camiones estándar (Chevrolet, Ford o Dodge). Este mecanismo deberá levantar el recipiente lleno de basura del suelo, elevarlo sobre la puerta trasera cerrada del camión, vaciar su contenido en el camión y luego regresarlo vacío al suelo. De preferencia, el camión no se volcará en el proceso. El mecanismo deberá guardarse permanentemente en el camión, de modo que permita el uso normal de éste en todo momento. Puede especificar una forma de unir su mecanismo al contenedor y al camión.
- P3-31 A medida que se aproxima un día de fiesta, se presenta la tarea de insertar las hojas extensibles en la mesa del comedor. Por lo general, se guardan en algún lugar olvidado, y cuando se encuentran deben llevarse a la mesa y colocarse de manera manual. ¿No sería mejor si las hojas se guardaran en la misma mesa y pudieran insertarse de manera automática en su lugar cuando se abriera? Las únicas restricciones impuestas al problema son que el dispositivo debe ser fácil de usar, de preferencia mediante la acción de abrir las mitades de la mesa como movimiento actuador. Es decir, cuando se jale la mesa para abrirla, la hoja deberá arrastrarse por el mecanismo de su diseño a su lugar apropiado para ampliar la superficie. Por lo tanto, se desea un mecanismo manual y se prefieren juntas completas a las semijuntas, aunque pueden utilizarse unas u otras.
- P3-32 Los botes de vela pequeños a menudo no se desaguan de manera automática, lo que significa que acumulan el agua de lluvia y pueden hundirse cuando están atracados si no se “achican” (vaciar el agua) manualmente después de una tormenta. Estos botes, por lo general, no cuentan con una fuente de energía tal como una batería a bordo. Diseñe un mecanismo que pueda montarse y desmontarse con rapidez y guardarse en el bote de 20 pies de largo y utilice la acción del oleaje (balanceo del bote) para accionar una bomba de carena para desaguar el bote automáticamente y mantenerlo a flote cuando esté atracado.
- P3-33 Una máquina utiliza varios servomotores de 200 kg atomillados debajo de la placa de base de la máquina, la cual está a 0.75 m sobre el piso. El armazón de la máquina tiene una abertura frontal cuadrada de 400 mm a través de la cual se inserta el motor. Debe extenderse 0.5 m horizontalmente hasta su ubicación instalada. Diseñe un mecanismo para transportar el motor desde el almacén hasta

- la máquina, insertarlo debajo de la máquina y subirlo 200 mm a su posición. Su mecanismo también deberá ser capaz de quitar el motor de la máquina.
- P3-34 Un cliente parapléjico solicitó el diseño de un mecanismo que se conecte a su silla de ruedas para guardar su mochila en la parte trasera del respaldo. Este mecanismo también debe hacer que la mochila gire al frente de la silla para permitir el acceso a su contenido. El cliente puede usar hasta cierto grado la parte superior de su cuerpo, por lo que es posible que active el mecanismo para que se mueva. El mecanismo debe autobloquearse de manera segura cuando esté en su sitio detrás del respaldo de la silla. No debe afectar la estabilidad de la silla ni limitar su movilidad.
- P3-35 En un esfuerzo por reducir las lesiones crónicas de espalda entre el personal de limpieza, nuestro cliente, Ready Refuse, nos solicitó que diseñemos un mecanismo para levantar de manera segura un contenedor de basura o material reciclable rectangular de tamaño estándar para oficina y vaciarlo en un gran depósito de basura con ruedas. El mecanismo requiere estar motorizado para vaciar el pequeño contenedor de manera automática. Para operar el sistema, el usuario debe rodar el depósito grande de basura hasta el contenedor rectangular, el cual estará colocado sobre el piso, y presionar un botón para que el mecanismo haga el movimiento requerido y vacíe el contenido del recipiente pequeño en el depósito grande. Otro equipo en Widgets Perfected Inc. diseña el engarce entre su mecanismo y la tapa superior del contenedor rectangular de basura; suponga que sí funciona. Su tarea consiste en diseñar el mecanismo motorizado que vacíe el contenedor sin derramar el contenido fuera del depósito grande de basura.*

* Problema cortesía del profesor James Van de Ven, WPI.