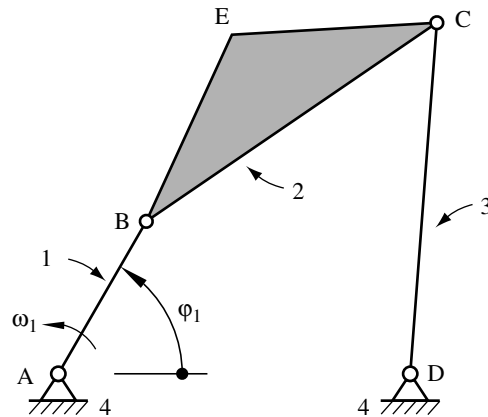


## PRÁCTICA DE LABORATORIO. PLANOS DE VELOCIDADES Y ACELERACIONES

Hallar, con ayuda de DWGeditor, la velocidad y la aceleración absoluta del punto *E* y la velocidad y aceleraciones angulares del eslabón *CD* (eslabón 3) del mecanismo de cuatro eslabones, mostrado. Dado  $\varphi_1=30^\circ$ ,  $l_{AB} = 30$  mm,  $l_{BC} = l_{CD} = l_{AD} = 60$  mm,  $l_{BE} = l_{CE} = 35$  mm, velocidad angular de la manivela *AB* (eslabón 1) constante e igual a  $\omega_1=20$  rad/s.

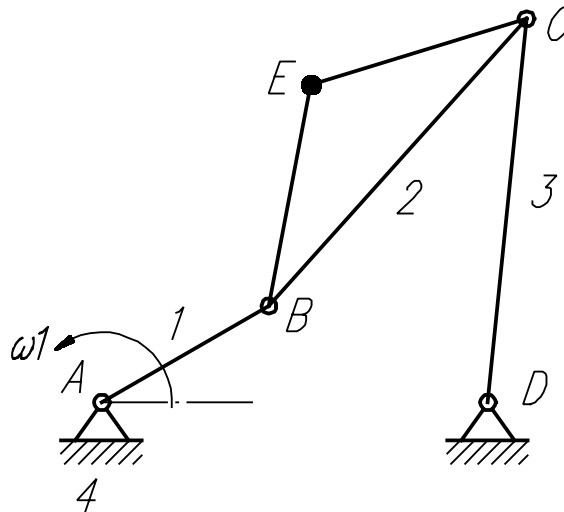


### DESARROLLO

*Iniciar y nombrar el dibujo*

- Cargar DWGeditor. Crear un nuevo dibujo. <Use a template drawing>, buscar → **Mecanismos.dwt**, Abrir, Finalizar
- Archivo → Guardar como....: **practvelo.dwg**. Guardar

- Dibujar el plano de posición  $\varphi_1=30^\circ$  con un factor de escala  $\mu_l = 1 \frac{m}{UnCAD}$ .



Para los bloques use una escala de 0,06 en x y en y. Revise las coordenadas del punto E, ellas deben ser: (0,0326; 0,0494)

*Construcción del plano de velocidades del grupo  $l_1$*

#### Observaciones:

La fórmula estructural de mecanismo se puede escribir  $l_1 \rightarrow ll_{2,3}$ .

La magnitud de la velocidad  $\vec{v}_B$  del punto  $B$  es

$$v_B = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,03 = 0,6 \frac{m}{s},$$

Trazamos el segmento  $pb$ , el cual representa la velocidad del punto  $B$ , perpendicular a  $AB$  y en correspondencia con la dirección de giro del eslabón  $AB$ . La longitud de  $pb$  la escogemos igual a  $AB = 0,030$  UnCAD. Es decir, construimos el plano de velocidades en “escala de manivela”.

El coeficiente de escala del plano de velocidades será entonces

$$\mu_v = \frac{v_B}{pb} = \frac{\omega_1(AB) \mu_l}{pb} = \omega_1 \cdot \mu_l = 20 \cdot 1 = 20 \frac{m/s}{UnCAD},$$

Para dibujar el segmento  $pb$  haga lo siguiente:

- Copie (<Copy>) la manivela  $AB$  situando la copia a la derecha del plano de posiciones (*haga clic sobre la manivela, luego haga clic derecho y seleccione la opción <Copiar>, luego haga clic en las cercanías de la manivela y clic en el sitio donde desea pegar la copia*)
- Con ayuda del botón <Rotate> gire la copia obtenida en  $90^\circ$  (*haga clic en la copia de la manivela, luego clic derecho, seleccione <Rotación>, luego haga clic en el extremo inferior de la línea que desea rotar y teclee 90, luego <Intro> (-)*)
- Cambie de capa activa a “VELOCIDAD”. (*Despliegue el selector de capas haciendo clic en el triángulito*



- luego seleccione la capa VELOCIDAD).
- Cambie la línea de capa a capa VELOCIDAD. Para esto:
  - Clic en el objeto para seleccionarlo
  - Despliegue el selector de capas
  - Clic en “VELOCIDAD”.
  - Note que el segmento se tornó naranja.

*Dibujar atributos del vector*

**Observaciones:** Atendiendo a la dirección de la velocidad angular de la manivela, el inicio del vector  $\vec{v}_B$  será el punto inferior del segmento trazado. Este mismo punto será el polo  $p$  del plano de velocidades. El punto superior será el final del vector y allí debe ser dibujada la flecha característica del vector.

- Invoque el bloque “PUNTO” y sitúelo al inicio del segmento (punto inferior). (*Use enganche de punto final*)
- Invoque el bloque “FLECHA”, sitúelo al final de segmento (punto superior) y oriéntelo correctamente (*Use enganche de punto final*).
- Nombre el polo con el texto “ $p$ ” y el final del segmento con el texto “ $b$ ”.

*Construcción del plano de velocidades del grupo II<sub>2,3</sub>*



**Observaciones:**

Las ecuaciones vectoriales para la velocidad  $\vec{v}_C$  del punto  $C$  tienen la siguiente forma:

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB}, \quad \vec{v}_C = \vec{v}_D + \vec{v}_{CD}$$

*Para la primera ecuación: Trazar una línea infinita, desde  $b$  y perpendicular a  $CB$*


- Oprima el botón segmento y sosteniendo oprimido desplácese para seleccionar <Línea infinita>
- Con ayuda de enganche de punto final , haga clic en el punto  $b$

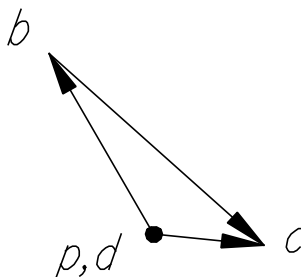
- Con enganche perpendicular  haga clic sobre el segmento  $BC$  del plano de posiciones, asegúrese de que el programa “atrapó” el enganche, es decir, espere a que aparezca el símbolo .

Para la segunda ecuación: Debido a que la velocidad  $\vec{v}_D = 0$  el vector  $pd$  se encuentra en el polo por lo tanto, renombramos a “ $p$ ” por “ $p,d$ ”

- Desde el polo (enganche de centro) trazamos una línea infinita, perpendicular a  $CD$  (enganche perpendicular)


Filetear las líneas que se cruzan

- Menú Modificar, recortar , o Clic en  Recortar
- Seleccione todas las tres líneas que conforman el polígono
- Haga clic derecho
- Haga clic en los cuatro tramos externos que deben ser eliminados.
- Nombre el punto de intersección como  $c$
- Agregue una flecha




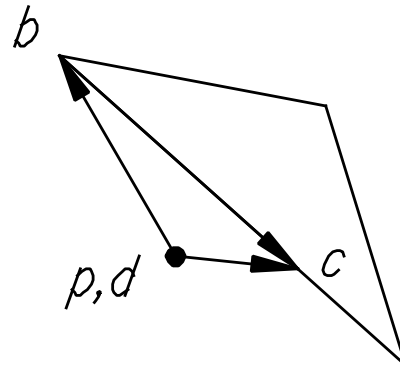
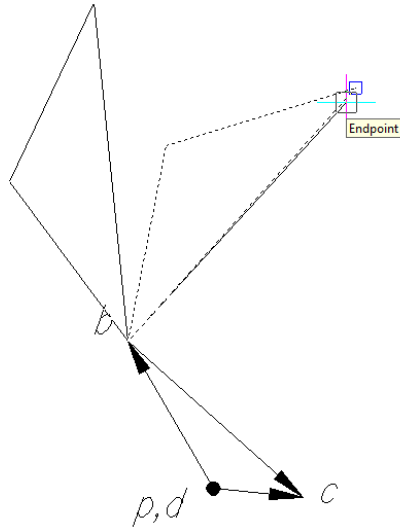
**Observación:** La velocidad del punto  $E$  la hallaremos haciendo uso de la propiedad de semejanza de las figuras de los planos de posición y de velocidades. Para esto copiaremos el eslabón 2 sobre el plano de velocidades, luego lo giraremos para orientarlo y después lo escalaremos para darle las medidas apropiadas. Realice los siguientes pasos:

Copiar el eslabón 2 al plano de velocidades.


- Botón Copiar 
- En el plano de posiciones haga clic en los segmentos  $BE$ ,  $EC$  y  $BC$ . Termine la selección con un clic derecho.
- Clic en el centro de la junta  $B$ .
- Clic en el punto  $b$  del plano de velocidades.

Giro referenciado

- Botón Rotación 
- Clic en los segmentos ya copiados en el plano de velocidades. Termine la selección con el clic derecho.
- Clic en el punto  $b$  (*¡con enganche de punto final!*).
- Clic en <Base Angle> para activar el modo de giro referenciado.
- Clic en  $b$ .
- Clic en el otro extremo del lado más largo del triángulo que se desea girar.
- Clic en  $c$ .



### Escalamiento referenciado

- Menú desplegable: Modificar, Escalar ó 
- Escriba "p" en la línea de comandos u oprima <Previous Selection>

**Comentario:** Esta "p" significa "previous". Es decir se seleccionan los mismos objetos que fueron seleccionados en el comando anterior.


- Termine la selección con un clic derecho.
- Clic en *b*.
- Clic en <Base> para activar el modo de escalamiento referenciado.
- Clic en *b*.
- Clic en el otro extremo del lado más largo del triángulo que se desea escalar (color negro).
- Clic en *c*. ¡No olvide con enganche de punto final!
- Siguiendo el contorno del triángulo semejante así construido identifique el punto *e* y nómbrelo con ayuda de <Texto>



- Borre la línea negra que une a *b* con *c*. "Refresque" el dibujo.
- Cambie las líneas *be* y *ec* de la capa "CONTORNO" a la capa "VELOCIDAD".
- Trace un segmento en *p* y *e* que representa a la velocidad absoluta de *E*,  $\vec{V}_E$
- Con ayuda del bloque "FLECHA" Dibuje la flecha de final del vector  $\vec{V}_E$  y Oriéntela correctamente.

Para calcular la magnitud del vector de la velocidad  $\vec{V}_E$  es necesario medir el segmento *pe* obtenido, para esto:

### Medir la longitud de un segmento

- Botón "Distancia" 
- Clic en *p*. Clic en *e*. (¡con enganche de punto final!).

En la ventana de texto aparece: Distance = 0.023136,

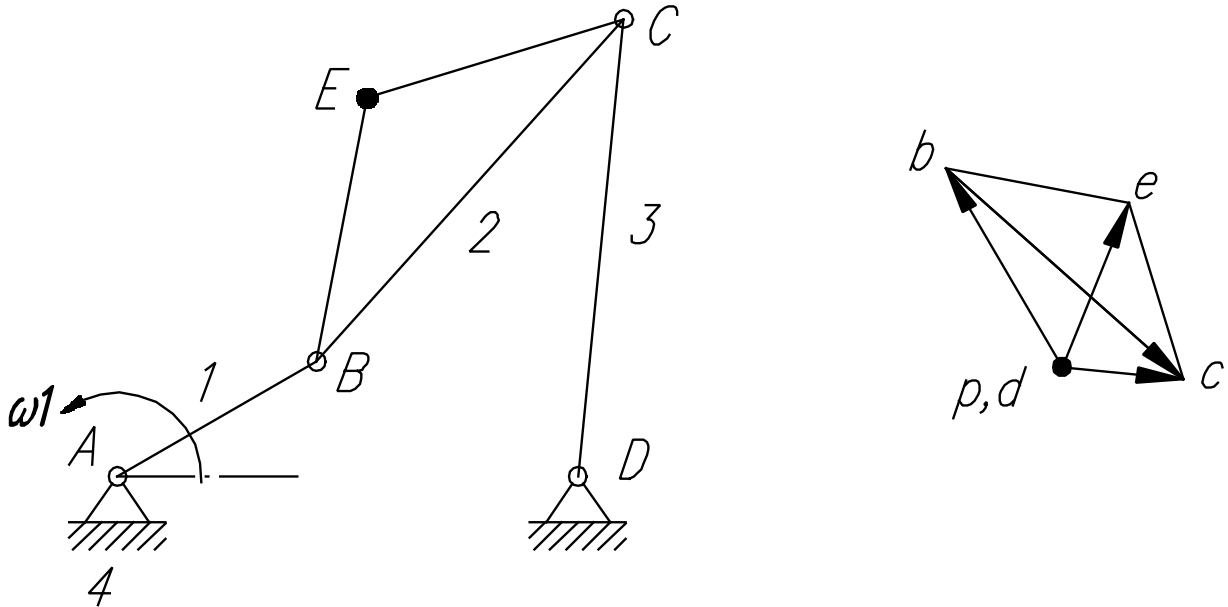
$$v_E = \mu_v \cdot pe = 20 \cdot 0,023 = 0,46 \text{ m/s}$$

Situando mentalmente el vector  $\vec{V}_c$ , representado por el segmento *pc*, en el punto *C* del plano de posición se determina la dirección de la velocidad angular  $\omega_3$  del eslabón 3.

La magnitud de la velocidad angular del eslabón 3 se calcula a partir de la expresión

$$|\omega_3| = \frac{v_C}{l_3} = \frac{pc \cdot \mu_v}{l_3} = \frac{0,015868 \cdot 20}{0,060} = 5,3 \text{ rad/s}$$

- Agregar textos.
- Nombrar el dibujo.
- Grabar.



### CONTINUACIÓN DE LA PRÁCTICA

Hallar la aceleración absoluta del punto  $E$  y la aceleración angular del eslabón  $CD$  (eslabón 3), del mecanismo de cuatro eslabones tratado en la primera parte de la práctica.

Construcción del plano de aceleraciones del grupo  $I_1$

La magnitud de la aceleración  $\vec{a}_B$  del punto  $B$  es

$$a_B = l_{AB} \cdot \omega_1^2 = 0,030 \cdot 20^2 = 12 \frac{m}{s^2}$$

Segmento que representa a  $\vec{a}_B \rightarrow \pi b = 0,030 \text{ UnCAD}$  (construimos el plano de aceleraciones en la escala de la manivela).

El coeficiente de escala del plano de aceleraciones

$$\mu_a = \frac{a_B}{\pi b} = \frac{12}{0,030} = 400 \frac{m/s^2}{\text{UnCAD}}$$

Construcción del plano de aceleraciones del grupo  $II_{2,3}$

Las ecuaciones vectoriales para la aceleración  $\vec{a}_C$  son:

$$\vec{a}_c = \vec{a}_B + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^t \quad \vec{a}_c = \vec{a}_D + \vec{a}_{CD}^n + \vec{a}_{CD}^t$$

La magnitud de  $\vec{a}_{CB}^n$  es:

$$a_{CB}^n = \omega_2^2 \cdot l_{BC} = \frac{v_{CB}^2}{l_{BC}} = \frac{(bc \cdot \mu_v)^2}{l_{BC}} = \frac{(0,041328 \cdot 20)^2}{0,06} = 11,3867 \frac{m}{s^2}$$

La magnitud de  $\vec{a}_{CD}^n$  es:

$$a_{CD}^n = \omega_3^2 \cdot l_{CD} = \frac{v_C^2}{l_{CD}} = \frac{(pc \cdot \mu_v)^2}{l_{CD}} = \frac{(0,015868 \cdot 20)^2}{0,06} = 1,6786 \frac{m}{s^2}$$

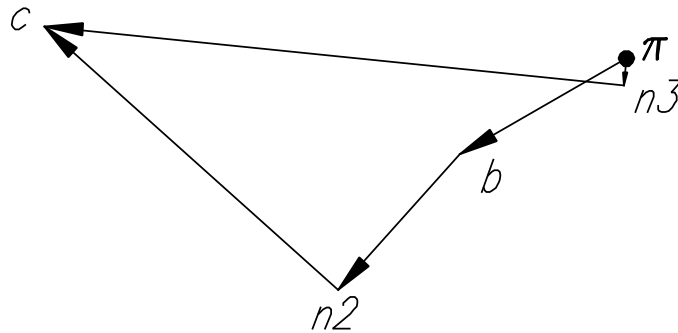
El segmento  $bn_2$  que representa a  $\vec{a}_{CB}^n$  en el plano de aceleraciones es

$$bn_2 = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a} = \frac{11,3867}{400} = 0,02847 UnCAD$$

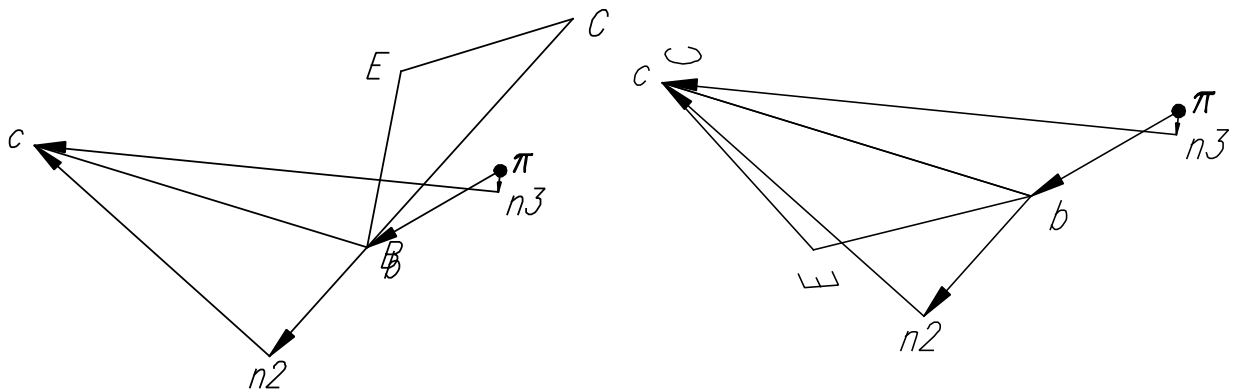
El segmento  $dn_3$  que representa a  $\vec{a}_{CD}^n$  en el plano de aceleraciones es

$$dn_3 = \frac{a_{CD}^n}{\mu_a} = \frac{1,6786}{400} = 0,0041965 UnCAD$$

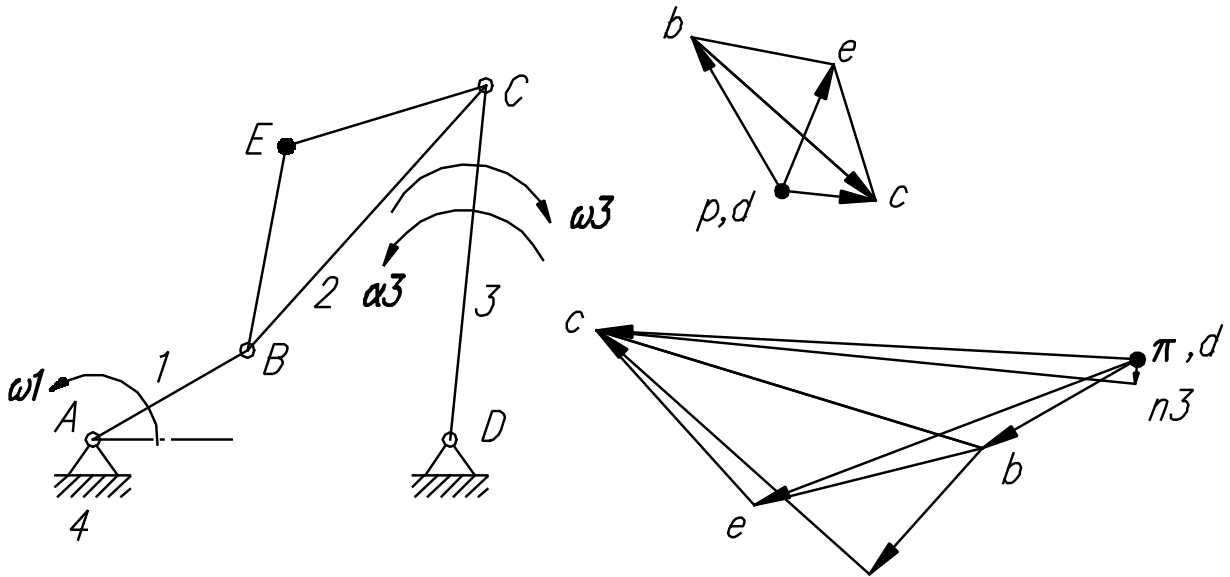
Para la construcción del plano de aceleraciones usar la capa (LAYER) ACELERACIÓN.



Para encontrar la aceleración del punto E la figura BCE debe ser copiada desde el plano de posiciones al plano de aceleraciones. Luego se gira, y escala usando las funciones de rotación y escalamiento referenciado (Base Angle y Base Scale) sobre el segmento BC.



Medir el segmento  $\pi e$  y calcular la aceleración del punto E



La magnitud de  $\vec{a}_E$  es

$$a_E = \pi e \cdot \mu_a = 0,068949 \cdot 400 = 27,5796 \text{ m/s}^2$$

La magnitud de  $\vec{\alpha}_3$

$$\alpha_3 = \frac{a'_{CD}}{l_{CD}} = \frac{n_3 c \cdot \mu_a}{l_{CD}} = \frac{0,090946 \cdot 400}{0,06} = 606,3067 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Ahora sí, fin del ejercicio

- Grabar.