MEKANISMOEN ZINEMATIKA

Autoebaluaziorako ariketak

Itziar Martija López

Maider Loizaga Garmendia

Departamento de Ingeniería Mecánica

Mekanika Ingeniaritza Saila

AURKIBIDEA

1go Ariketa

Irudiko mekanismoan eta marraztutako posizioan, egitura analisia burutu, elementu eta lotura motak adieraziz eta askatasun gradu kopurua kalkulatuz.

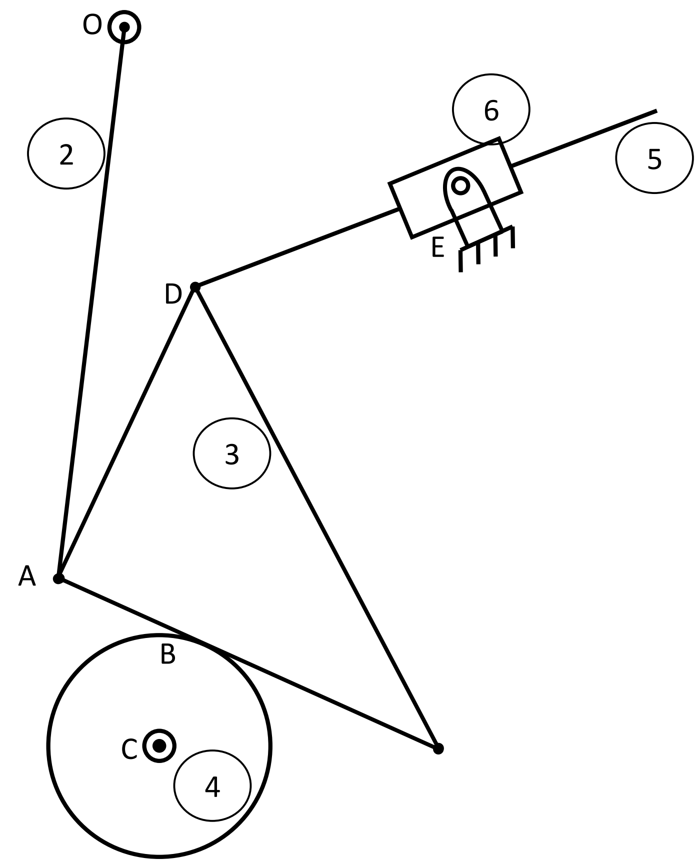
Mekanismoa abiadura konstantea daukan

2. barrak akzionatzen du, eta B puntuan errodadura hutsa dago.

$$\vec{\omega}_2 = 0{,}5\vec{k}\ rad/s \quad \overline{OA} = 7\ m$$

Hurrengoa eskatzen da:

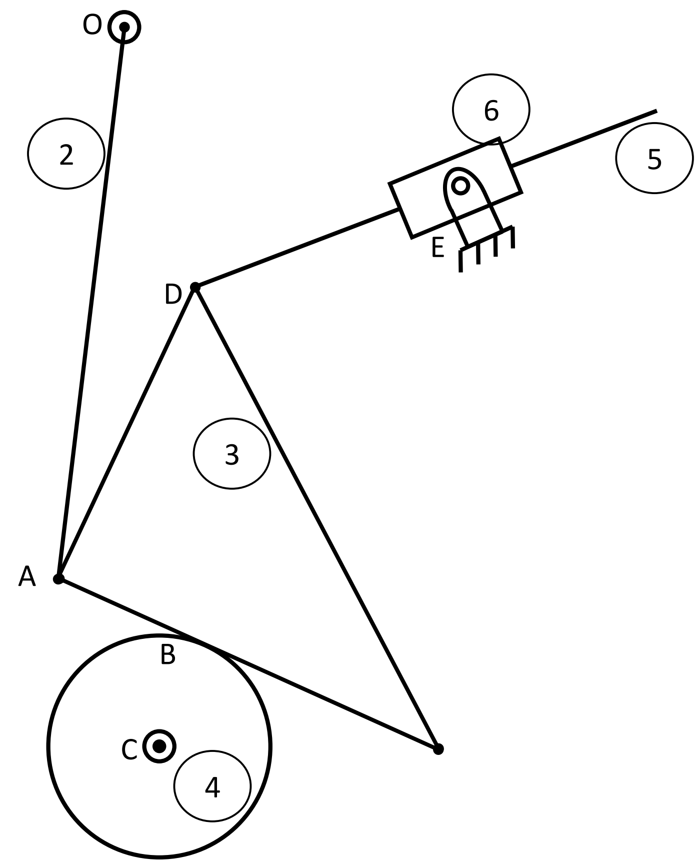
- Elementu finkoarekiko, beste elementuetako poloak
- Puntu eta elementu guztietako abiadurak, aldiunezko biraketa zentroak erabiliz.



Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

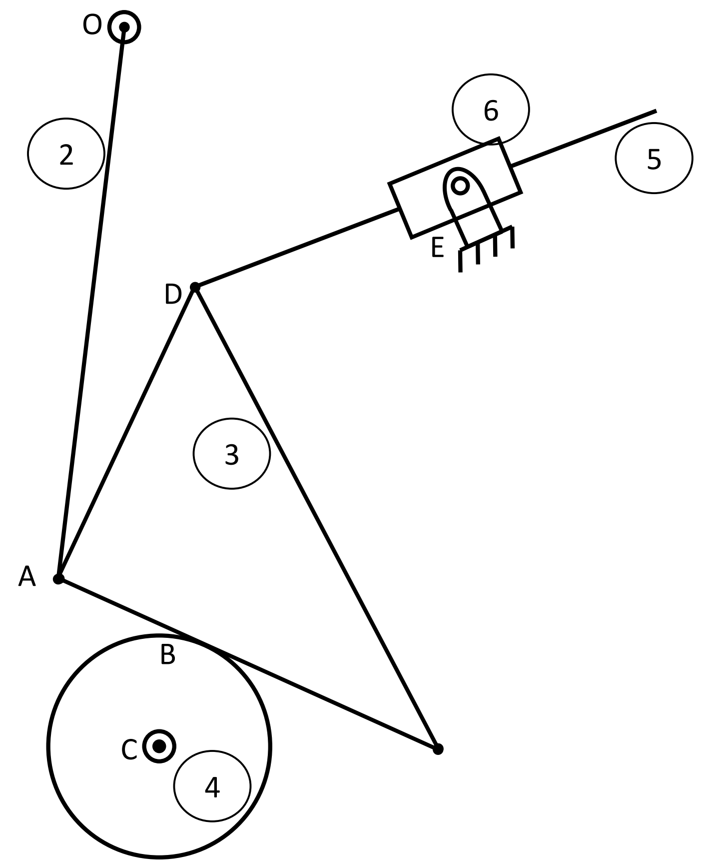
1go Ariketa: Elementu motak

Eltu.	Lotura kopurua	Mugimendua
1	Hirutarra (2, 4 eta 6)	Elementu finkoa
2	Bitarra (1 eta 3)	Biradera
3	Hirutarra (2, 4 eta 5)	Biela
4	Bitarra (1 eta 3)	Biradera (edo balantzina)
5	Bitarra (3 eta 6)	Biela
6	Bitarra (1 eta 5)	Balantzina



1go Ariketa: Lotura motak

Lotura	Elementu kop.	Klasea	Movimiento
O	Bitarra (1 eta 2)	I	Biraketa
A	Bitarra (2 eta 3)	I	Biraketa
B	Bitarra (3 eta 4)	II	Espeka
C	Bitarra (1 eta 4)	I	Biraketa
D	Bitarra (3 eta 5)	I	Biraketa
E	Bitarra (5 eta 6)	I	Prismatikoa
E	Bitarra (1 eta 6)	I	Biraketa



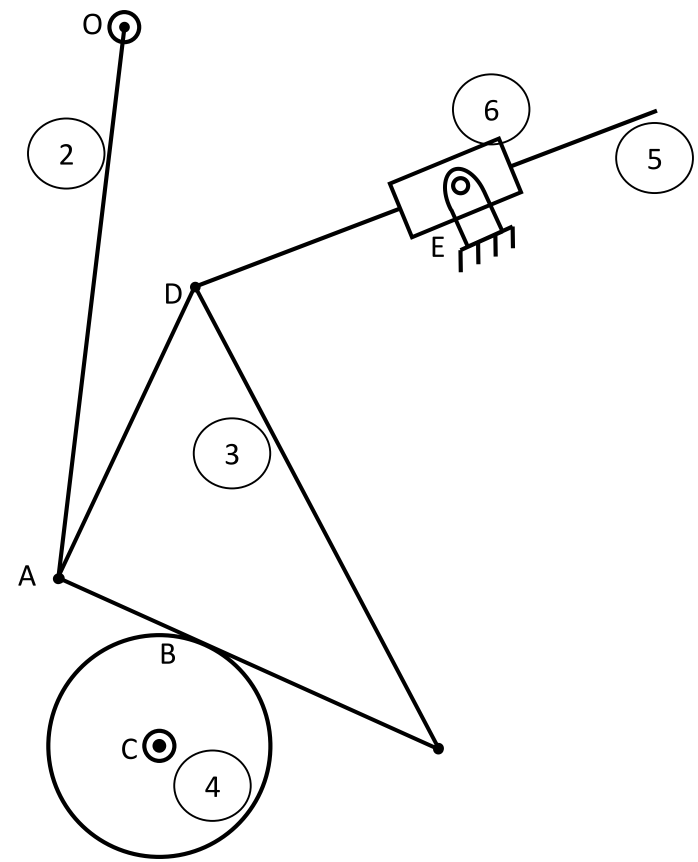
Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

1go Ariketa: Askatasun graduak

Askatasun gradu kopurua kalkulatzeko Grübler-en irizpidea aplikatzen da:

- Elementuak: N=6
- P_I loturak: P_I=6
  - ✓R loturak: 1-2 (O puntuan); 2-3 (A puntuan); 1-4 (C puntuan); 3-5 (D puntuan) eta 1-6 (E puntuan).
  - ✓Lotura prismatikoak: 5-6 (E puntuan)
- P_{II} loturak: P_{II} =1
  - ✓Espeka: 3-4 (B puntuan);
- Errodadura hutsezko baldintzak askatasun gradu bat murrizten du

$$\mathbf{G}=3(N-1)-2*P_I-P_{II}-\mathbf{1rod}=3*5-2*6-1-1=$$
$$=15-12-1-1=\mathbf{1\ gdl}$$



Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

1go Ariketa: Poloen kalkuloa

Polo primarioak bilatzen dira:

R loturak:

- ✓ P12 (O); P23 (A); P14 (C); P35 (D); P16(E);

Lotura prismatikoetan poloa infinituan dago:

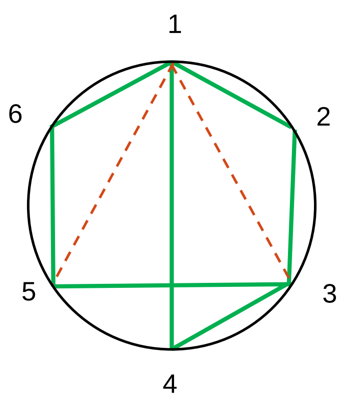
- ✓ $P^{\infty}56$

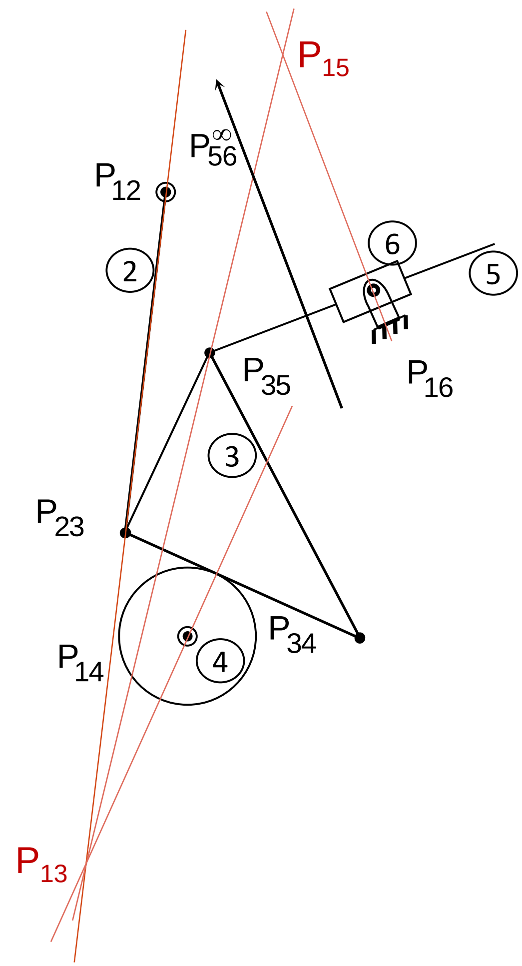
B puntuan errodadura dagoenez, poloa bertan dago.

- ✓ P34 (B)

$$P13 \begin{cases} P12, P23 \\ P14, P34 \end{cases}$$

$$P15 \begin{cases} P13, P35 \\ P16, P56 \end{cases}$$





Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia

Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

1go Ariketa: Abiaduren kalkulua

$\vec{\omega}_2 = 0{,}5\vec{k}\ rad/s \quad \overline{OA} = 7\ m$

$\overrightarrow{\omega_5} = \overrightarrow{\omega_6}; \overrightarrow{v_{E5}} \neq \overrightarrow{v_{E6}}$

$v_A = \omega_2 \cdot \overline{OA} = 0{,}5 \cdot 7 = 3{,}5\,m/s$

$\omega_3 = v_A / \overline{P_{13}A} = 3{,}5/6{,}75 = 0{,}52\,rad/s;\ \vec{\omega}_3 = -0{,}52\vec{k}\ rad/s$

$v_{B3} = \omega_3 \cdot \overline{P_{13}B} = 0{,}52 \cdot 6{,}4 = 3{,}32\,m/s$

$\overrightarrow{v_{B3}} = \overrightarrow{v_{B4}}$

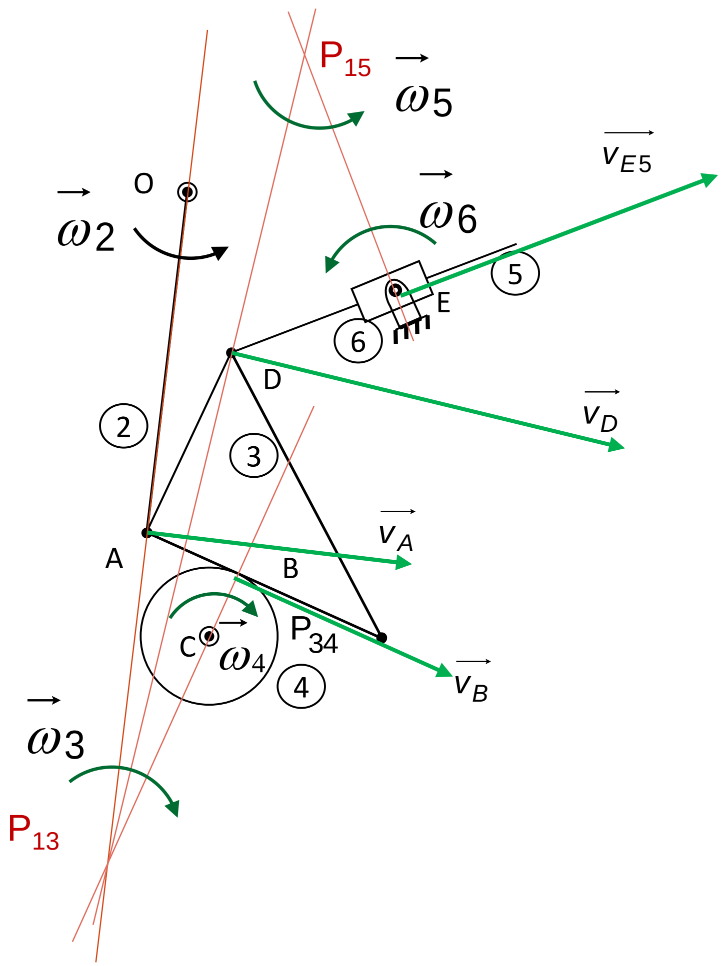
$\omega_4 = v_{B4} / \overline{CB} = 3{,}32/1{,}45 = 2{,}3\,rad/s;\ \vec{\omega}_4 = -2{,}3\vec{k}\ rad/s$

$v_D = \omega_3 \cdot \overline{P_{13}D} = 0{,}52 \cdot 10{,}7 = 5{,}54\,m/s$

$\omega_5 = v_D / \overline{P_{15}D} = 5{,}54/6{,}4 = 0{,}86\,rad/s;$

$\vec{\omega}_5 = \vec{\omega}_6 = 0.86\vec{k}\ rad/s$

$v_{E5} = \omega_5 \cdot \overline{P_{15}E} = 0{,}86 \cdot 5{,}2 = 4{,}5\,m/s$

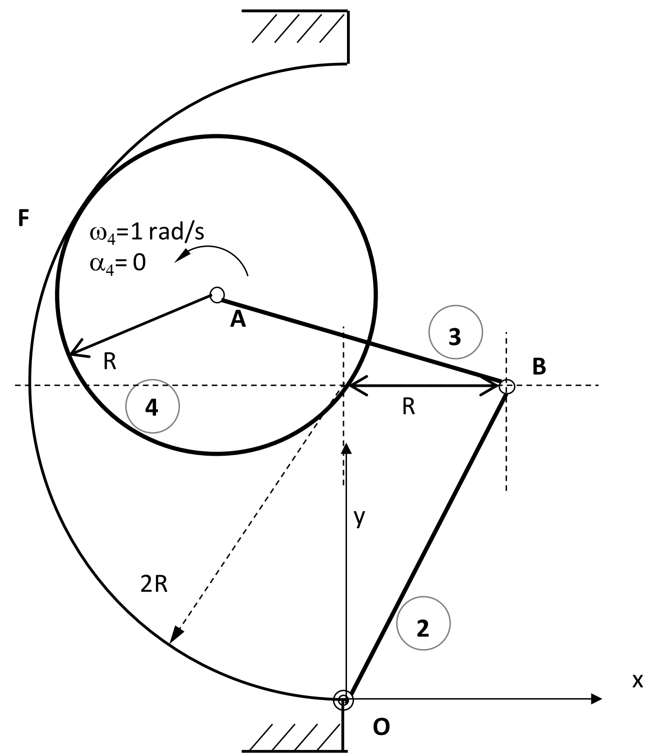


Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

2. Ariketa

Irudiko mekanismoan, F puntuan errodadura dago. **Erabilitako teorema edo eragiketa azalduz**, AB barrarako hurrengoak lortu:

- **Poloa eta A eta B puntuetako abiadurak.**
- B puntuko **ibilbidearen kurbatura zentroa** eta **ukitzaile polarra**.
- **Jarraipen abiadura**, **inflexioen eta Bresseren zirkunferentziak** eta **azelerazioen poloa**.
- A, B eta F puntuetako azelerazioak lortu.



Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

2. Ariketa: P poloa, $\mathbf{v}_A$ eta $\mathbf{v}_B$

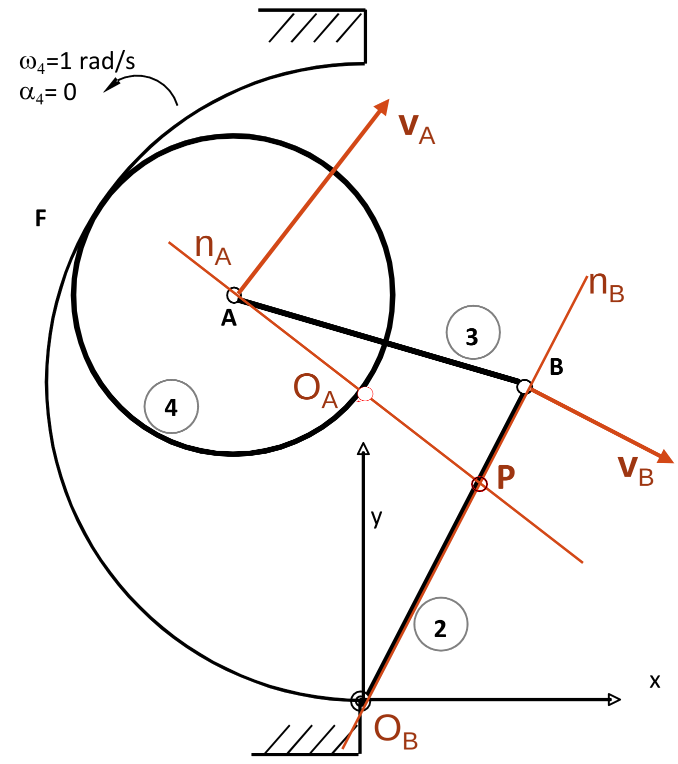
- A puntuko ibilbidea zirkularra denez, bere kurbatura zentroa ezagutzen dugu O_A, eta puntu horretatik ibilbideari zuzen normala marraztu daiteke, n_A.
- B puntuaren ibilbidearen kurbatura zentroa O puntua da, B puntua 2. barrako puntua baita. Horrela B puntutik n_B lor daiteke.
- Bi normalak (n_A eta n_B) mozten diren lekuan AB (mekanismoaren biela) elementuaren ABZ (P) dago.

$$v_A = \omega_4 \cdot R = 1 \cdot R = R \, m/s$$

$$\omega_3 = R/_{2R} = 0{,}5 \, rad/s; \; \vec{\omega}_3 = 0{,}5\vec{k} \; rad/s$$

$$v_B = \omega_3 \cdot \overline{PB} = 0{,}5 \cdot {}^{2R}/_{3} = {}^{R}/_{3} \, m/s$$

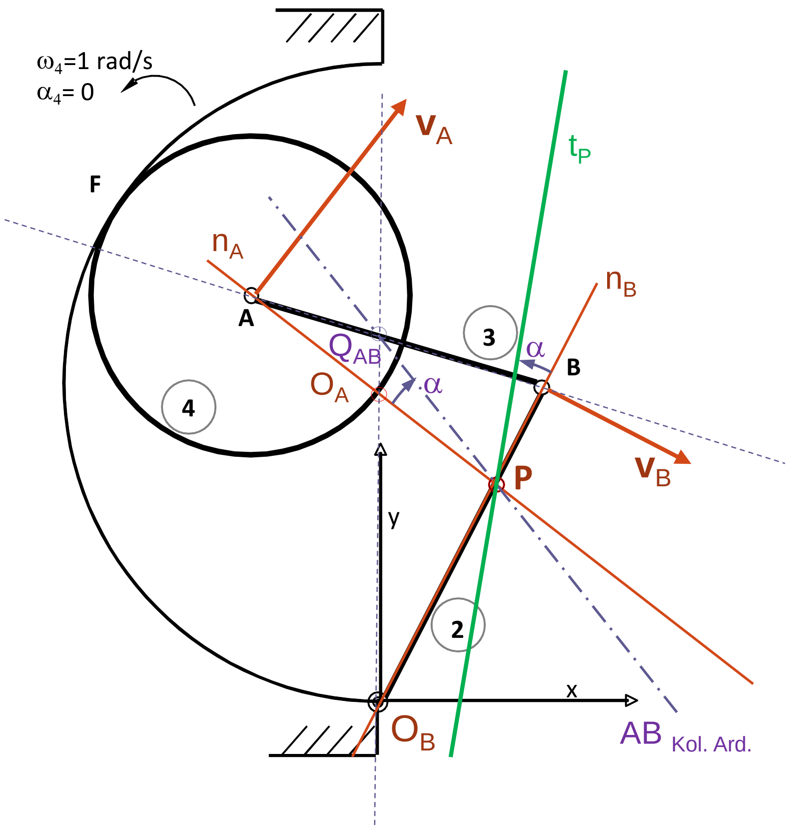
$$\omega_4 = {}^{R/3}/_{2R\sqrt{2}} = {}^{\sqrt{2}}/_{12} \, rad/s; \; \vec{\omega}_4 = -{}^{\sqrt{2}}/_{12} \vec{k} \; rad/s$$



Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

2. Ariketa: Ukitzaile polarra

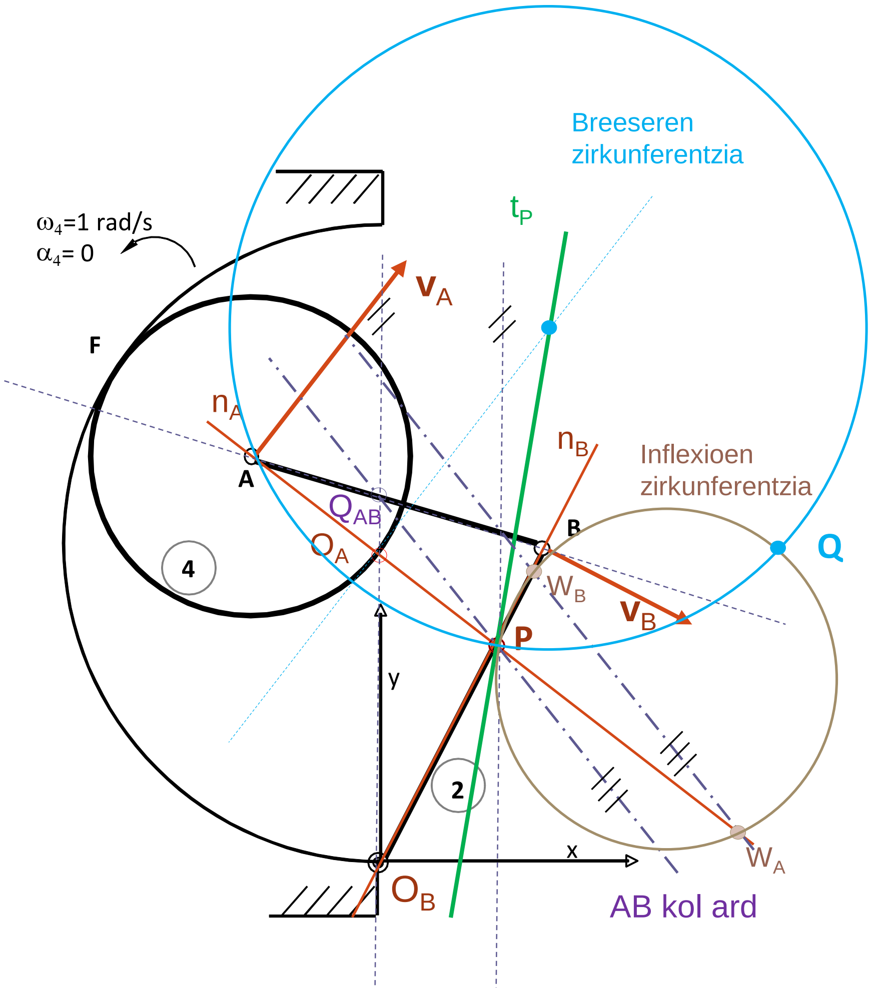
- Hartmannen teoreman oinarrituriko eragiketa grafikoaren bidez, Q_{AB} puntua topatzen da eta P puntuarekin lotuz kolineazio ardatza lortzen da.
- Bobillierren teorema erabiliz ukitzaile polarra lortzen da.



Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

2. Ariketa: Zirkunferentziak

- Euler-Savaryren formulan oinarrituriko eragiketa grafikoaren bidez inflexioen zirkunferentziakoak diren W_A eta W_B puntuak lortzen dira.
- P, W_A eta W_B puntuak erabiliz inflexioen zirkunferentzia marraztu daiteke.
- ω_4 konstantea denez, A puntua, Bresseren zirkunferentzian egongo da. Zirkunferentzia marrazteko, A eta P puntuetatik pasatzen dela eta zentroa ukitzaile polarrean duela jakin behar da.
- Bi zirkunferentzien mozketa puntuan Azelerazioen Poloa dago (Q).



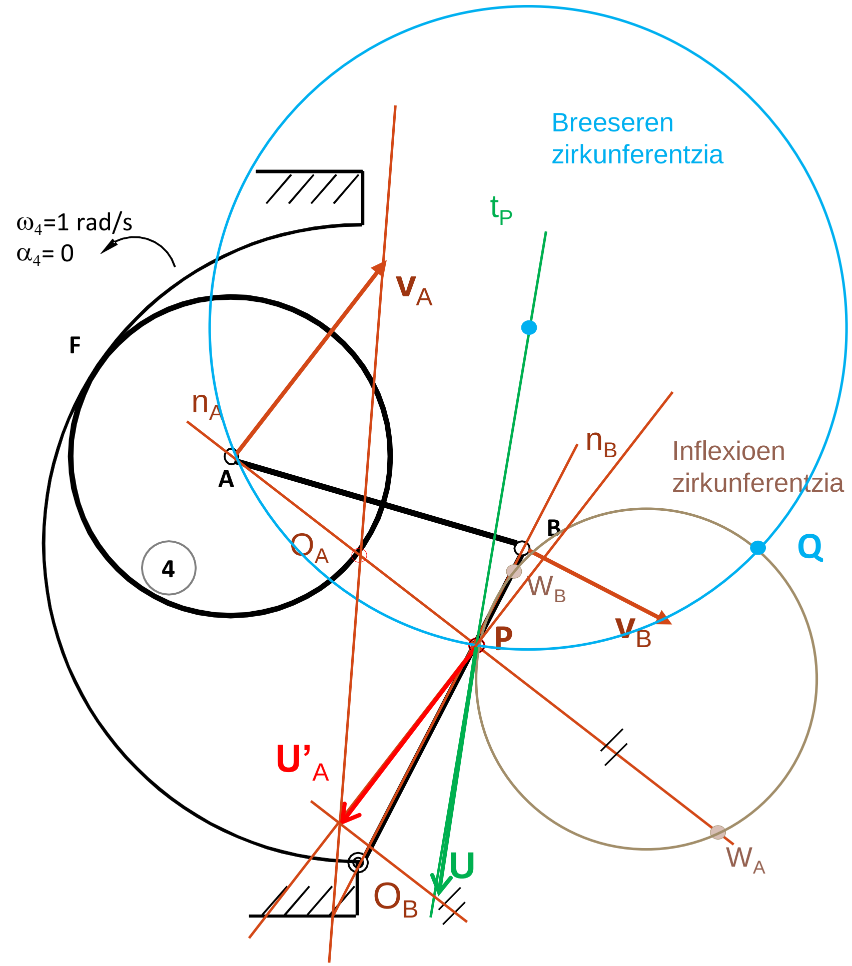
Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia

Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

2. Ariketa: Jarraipen abiadura

- Hartmannen teorema aplikatuz, A puntuaren abiaduraren muturra, bere ibilbidearen kurbatura zentroa, eta A puntuaren abiadurari paraleloa den jarraipen abiaduraren osagaia, zuzen beraren gainean daudela dakigu.
- Horrela : $\vec{u}'_A$
- Osagai hau ukitzaile polarraren gainean desproiektatuz, jarraipen abiadura topatzen da:

$$\vec{u}$$



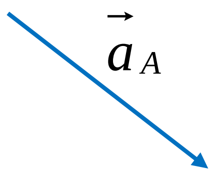
Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

2. Ariketa: Azelerazioak

- A puntuak, 4. gurpilekoa izateagatik, ibilbide zirkularra jarraitzen du, abiadura angeluar konstantearekin .

$$\underset{?}{\overset{?}{\vec a_A}} = \underset{//AF}{\overset{\omega_4^2 R}{\vec a_A^N}} + \underset{\perp AF}{\overset{0}{\vec a_A^T}}$$

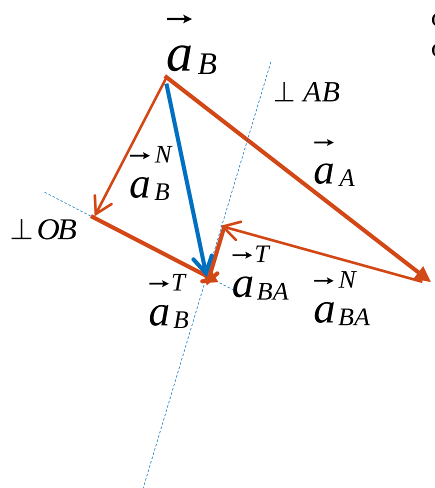
$$a_A = R\ m/s^2$$

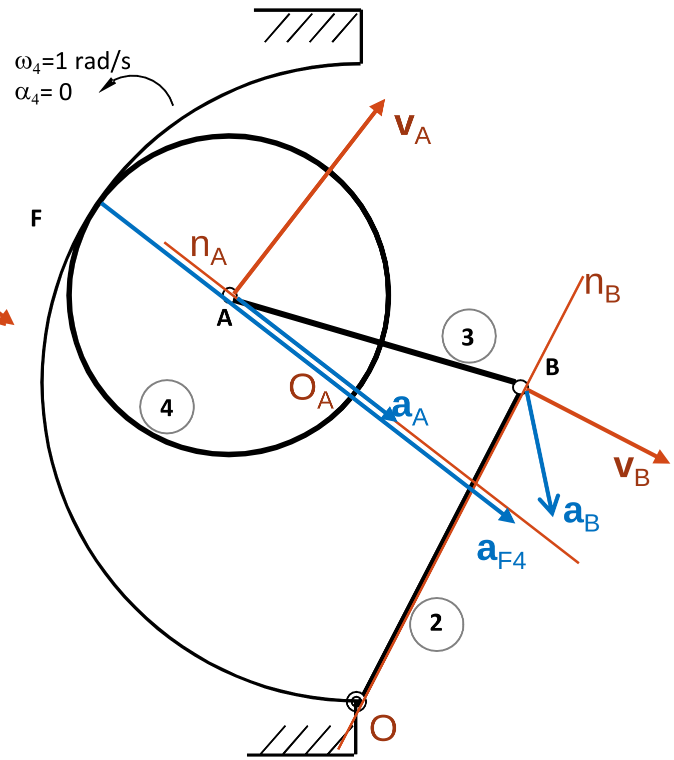


$$\underset{?}{\overset{?}{\vec a_B}} = \underset{//OB}{\overset{\omega_2^2 R}{\vec a_B^N}} + \underset{\perp OB}{\overset{?}{\vec a_B^T}} = \underset{D}{\overset{M}{\vec a_A^N}} + \underset{//AB}{\overset{\omega_3^2 AB}{\vec a_{BA}^N}} + \underset{\perp AB}{\overset{?}{\vec a_{BA}^T}}$$

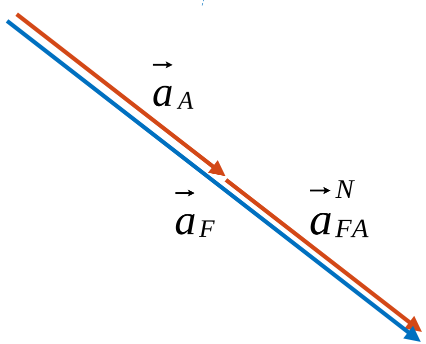
$$a_B^N = \left(\frac{\sqrt{2}}{12}\right)^2 2R\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{3}R = 0{,}47R\ m/s^2$$

$$a_{BA}^N = 0{,}5^2\ 2R = 0{,}5R\ m/s^2$$





$$\alpha_3 = \frac{a_{BA}^T}{AB} \otimes;\ \alpha_2 = \frac{a_B^T}{OB} \otimes$$

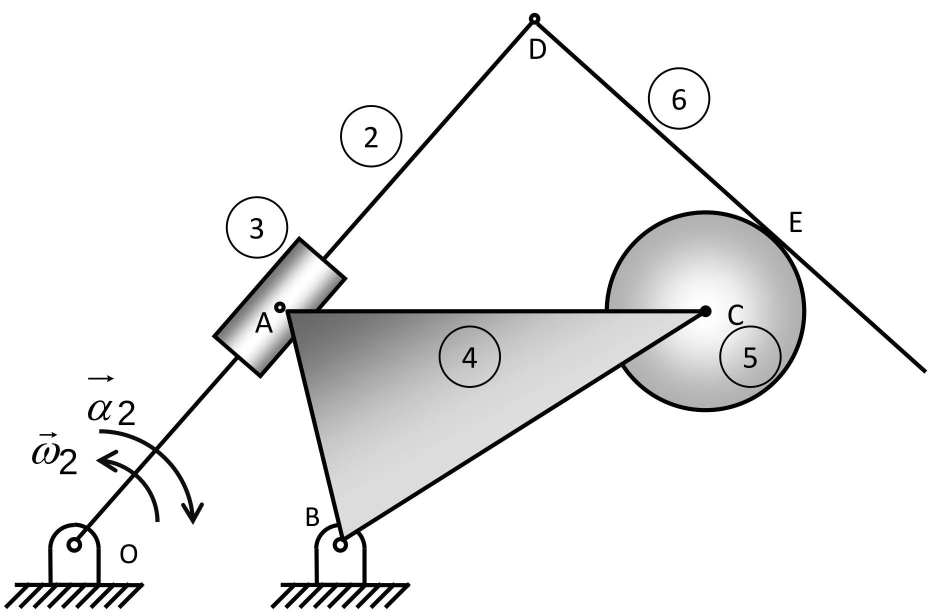


$$\underset{?}{\overset{?}{\vec a_F}} == \underset{D}{\overset{M}{\vec a_A^N}} + \underset{//AB}{\overset{\omega_4^2 AF}{\vec a_{FA}^N}} + \underset{\perp AF}{\overset{0}{\vec a_{FA}^T}}$$

Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

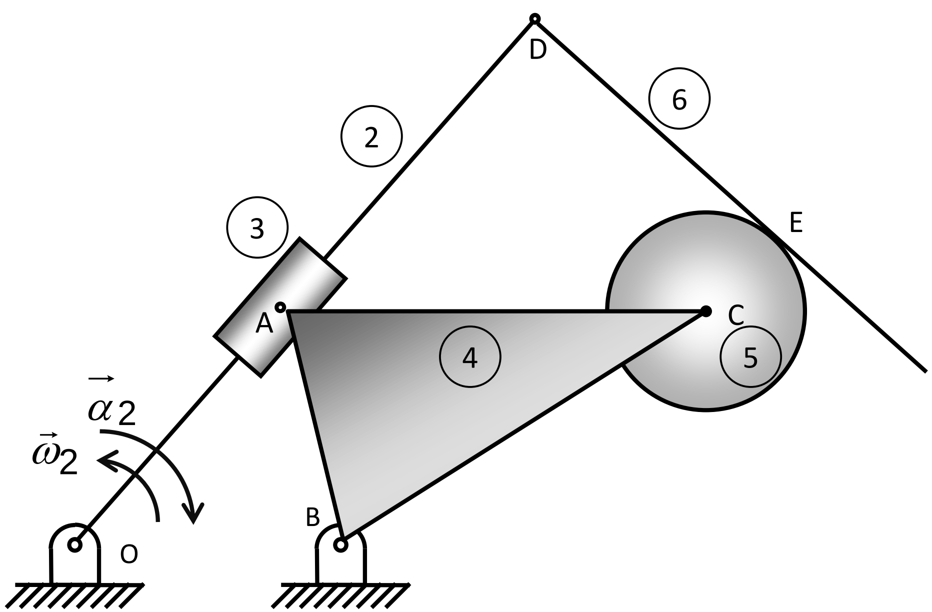
3. Ariketa

- Irudiko mekanismoan eta marraztutako posiziorako, egitura analisia burutu, elementu eta lotura motak adieraziz eta askatasun graduak kalkulatuz.
- A, C D eta E puntuetako abiadurak eta azelerazioak kalkulatu, eta elementuen abiadura eta azelerazio angeluarrak, gurpila eta barraren artean, E puntuan errodadura dagoela jakinda.



3. Ariketa: Askatasun graduak

- Askatasun graduak: **G**=3(N-1)-2P_I-P_{II}= 3(6-1)-2.6-1-1(rod)=15-12-1-1=**1**
- N=6
- P_I=5r+1p=6. r loturak: O, A (3-4), B, C, D; p loturak: A (2-3)
- P_{II}=1 E puntuan; eta 1 errodadura baldintza lotura horretan



- A puntuan, A_3 eta A_4 abiadura/azelerazio berdinak dituzte, A_2 puntuak ordea, abiadura eta azelerazio ezberdinak ditu. 2. eta 3. barren abiadura eta azelerazio angeluarrak berdinak dira: $\omega_2 = \omega_3$, $\alpha_2 = \alpha_3$.
- Irristagailuaren mugimendua aztertzeko, O puntuan jatorria duen eta 2. elementuarekin batera biratzen duen ereferentzia sistema erabiliko dugu: : SR_O (ω_2, α_2). Bertan, A_4 puntuaren abiadura planteatzen da.
- 6. barraren analisia burutzeko, SR_D erabiliko da, (ω_6, α_6) eta gurpilaren zentruko puntuaren (C) abiadura planteatuko da.

Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

3. Ariketa: Abiadurak

$$\underset{\perp OA}{\overset{\omega_2 OA}{v_{A_2}}} \; ; \; \underset{\perp OD}{\overset{\omega_2 OD}{v_D}}$$

SR$_O$ (ω_2, α_2)

$$v_{A_4} = \underset{\perp AB}{\overset{?}{v_{A_3}}} = \underset{D}{\overset{M}{v_{A_2}}} + \underset{//OA}{\overset{?}{v_r^2}}$$

$$\omega_4 = \frac{v_{A_3}}{AB} \bullet$$

SR$_D$ (ω_6, α_6)

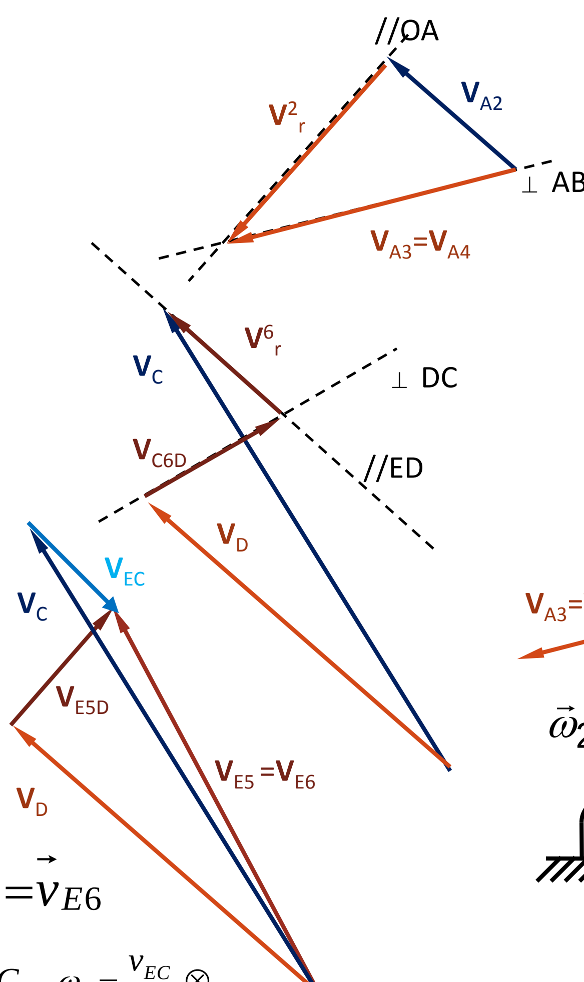
$$\underset{\perp BC}{\overset{\omega_4 BC}{v_C}} = \underset{D}{\overset{M}{v_D}} + \underset{\perp DC}{\overset{?}{v_{C6D}}} + \underset{//DE}{\overset{?}{v_r^6}}$$

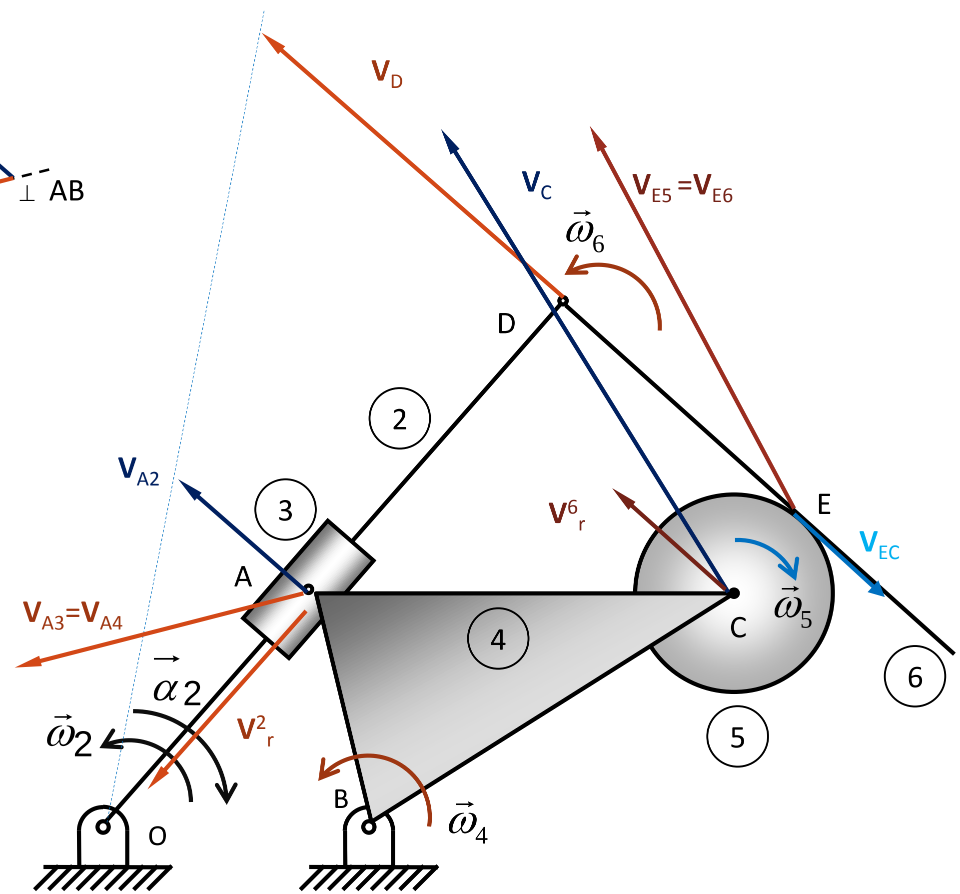
$$\omega_6 = \frac{v_{C6D}}{DC} \bullet$$

$$\underset{?}{\overset{?}{v_{E5}}} = \underset{D}{\overset{M}{v_D}} + \underset{\perp DE}{\overset{\omega 6_2 \, DE}{v_{E5D}}}$$

Errodadura hutsa ⇒ $\vec{v}_{E5} = \vec{v}_{E6}$

$$\underset{D}{\overset{M}{v_{E5}}} = \underset{D}{\overset{M}{v_C}} + \underset{D}{\overset{?}{v_{EC}}} \qquad \omega_5 = \frac{v_{EC}}{EC} \otimes$$

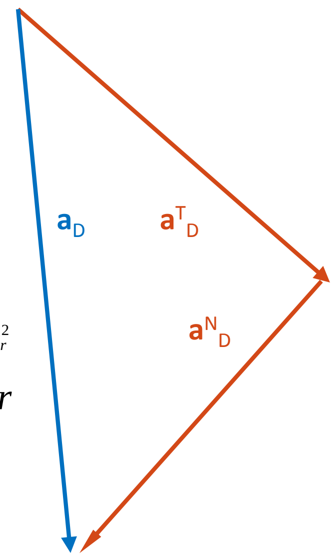


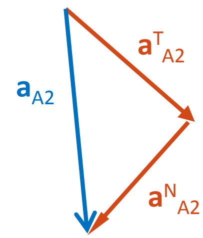


3. Ariketa: Azelerazioak

$$\underset{?}{\overset{?}{a_{A_2}}} = \underset{//OA}{\overset{\omega_2^2 OA}{a^N_{A2}}} + \underset{\perp OA}{\overset{\alpha_2 OA}{a^T_{A2}}} \quad ; \underset{?}{\overset{?}{a_D}} = \underset{//OD}{\overset{\omega_2^2 OD}{a^N_D}} + \underset{\perp OD}{\overset{\alpha_2 OD}{a^T_D}}$$

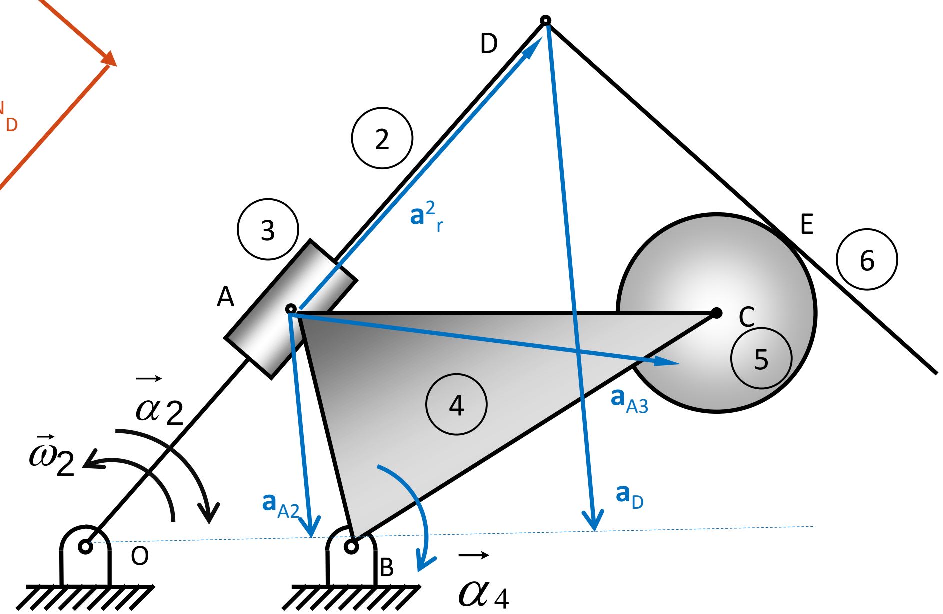
SR$_O$ (ω_2, α_2)

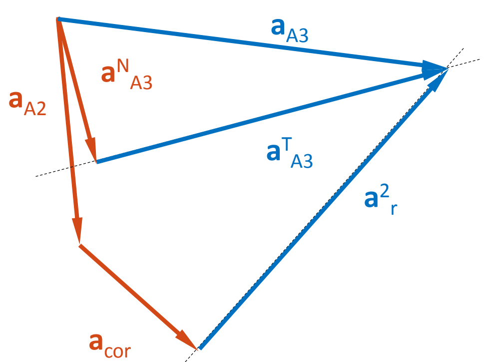




$$a_{A4} = a_{A3} = \underset{//AB}{\overset{\omega_4^2 AB}{a^N_{A3}}} + \underset{\perp AB}{\overset{?}{a^T_{A3}}} = \underset{D}{\overset{M}{a_{A2}}} + \underset{//OA}{\overset{?}{a^2_r}} + \underset{\perp OA}{\overset{2\omega_2 \times v_r^2}{a_{cor}}}$$

$$\alpha_4 = \frac{a^T_{A3}}{AB} \otimes$$





Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

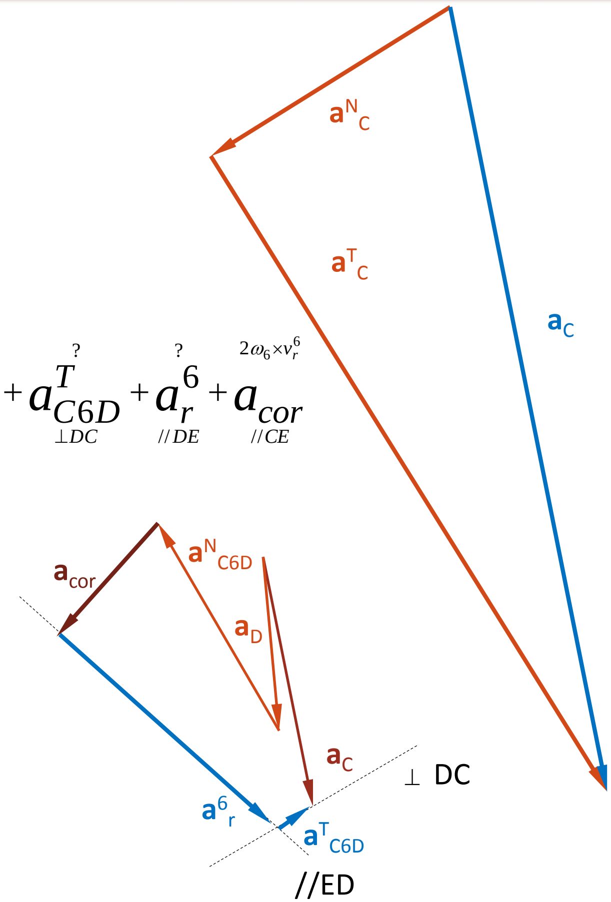
3. Ariketa: Azelerazioak

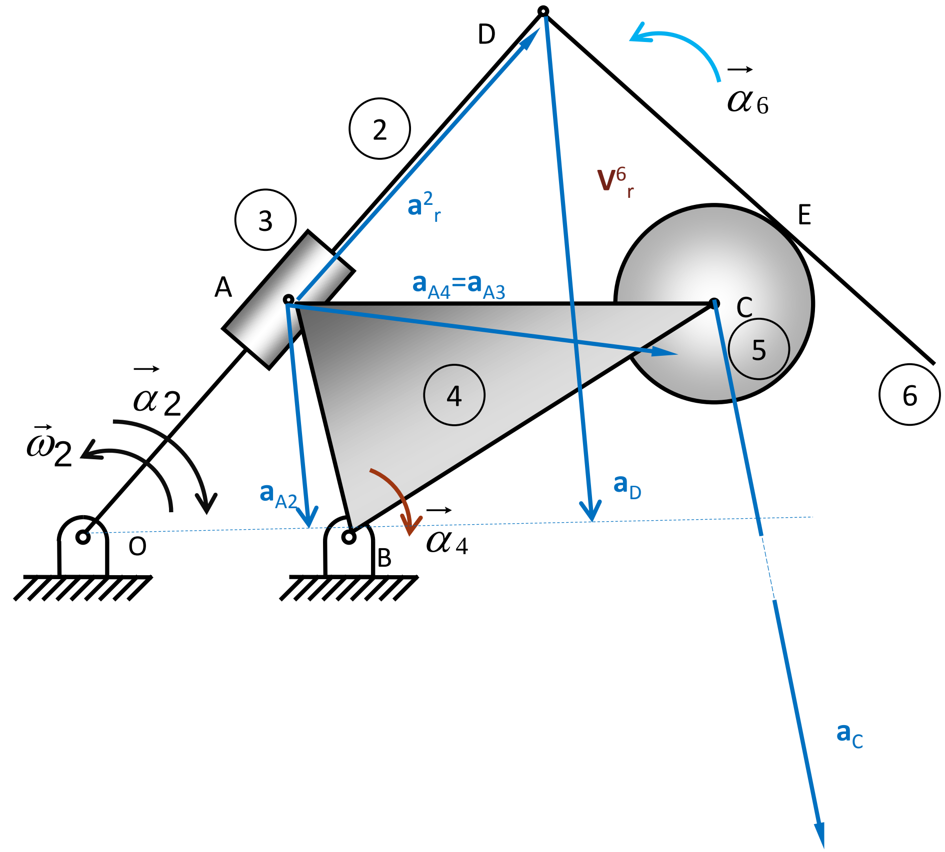
$$\underset{?}{\overset{?}{a_C}} = \underset{//BA}{\overset{\omega_4^2 BC}{a_C^N}} + \underset{\perp BA}{\overset{\alpha_4 BC}{a_C^T}}$$

$SR_D\ (\omega_6,\ \alpha_6)$

$$\underset{D}{\overset{M}{a_C}} = \underset{D}{\overset{M}{a_D}} + \underset{//DC}{\overset{\omega_6^2 CD}{a^N_{C6D}}} + \underset{\perp DC}{\overset{?}{a^T_{C6D}}} + \underset{//DE}{\overset{?}{a^6_r}} + \underset{//CE}{\overset{2\omega_6 \times v_r^6}{a_{cor}}}$$

$$\alpha_6 = \frac{a^T_{C6D}}{DC} \quad \bullet$$





OHARRA: Beharrezkoa izatekotan eskala aldaketa

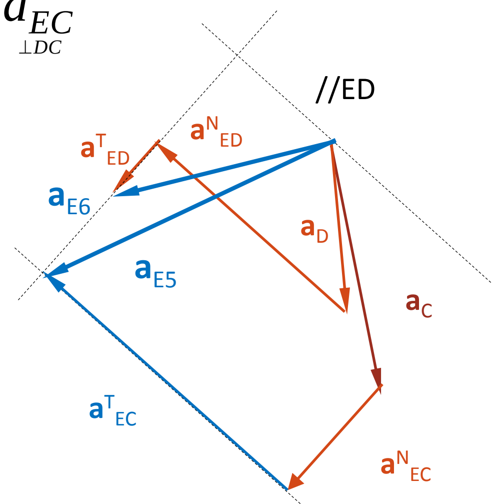
Itziar Martija López
Maider Loizaga Garmendia
Departamento de Ingeniería Mecánica
Mekanika Ingeniaritza Saila

3. Ariketa: Azelerazioak

Errodadura hutsa ⇨ $\left(\vec{a}_{E5}\right)^{//DE} = \left(\vec{a}_{E6}\right)^{//DE}$

$$\underset{D}{\overset{M}{a_{E6}}} = \underset{D}{\overset{M}{a_{D}}} + \underset{//DC}{\overset{\omega_6^2 ED}{a_{ED}^{N}}} + \underset{\perp DC}{\overset{\alpha_6 ED}{a_{ED}^{T}}}$$

$$\underset{D}{\overset{M}{a_{E5}}} = \underset{D}{\overset{M}{a_{C}}} + \underset{//DC}{\overset{\omega_6^2 CE}{a_{EC}^{N}}} + \underset{\perp DC}{\overset{?}{a_{EC}^{T}}}$$



$$\alpha_5 = \frac{a_{EC}^T}{EC} \bullet$$