

# 13. GAIA: BALAZTAK

## 1. SARRERA

---

Balazta baten funtzioa ardatz bat dezeleratzea da, haren biraketari kontra egiten dion momentu erresistente bat sartuz. Hainbat balazta-mota daude, enbrageak bezala sailkatuta, haien eragiteko metodoaren eta oinarritzko printzipio-eragilearen arabera:

- a) Balaztatze-indarra nola aplikatzen den adierazten du eragiteko metodoak: hala, mekanikoa, pneumatikoa, hidraulikoa, elektrikoa... izan daiteke.
- b) Oinarritzko printzipio-eragilea da nola aplikatzen den momentu erresistentea ardatzean: sailkapen horren arabera, balaztak mekanikoak, elektrikoak, magnetikoak... izan daitezke. Balazta mekanikoei marruskadura erabiltzen dute balaztatze-mekanismo gisa, hau da, momentu erresistentea marruskadura-pare bat da. Balazta-mota horiek zintazkoak, zapatazkoak edo diskozkoak izan daitezke, eta horiek aztertzen dira ikasmaterial honetan.

Ikusten denez, balazta eta enbrage mekanikoak oso antzekoak dira: enbrageak bi ardatz birakariren artean mugimendua transmititzen du ardatz biak kontaktuan jartzean garatzen den marruskadura-parearen bidez, eta balaztak ardatz birakari bat dezeleratzen du ardatz hori elementu finko batekin (zinta, zapata edo diskoa) kontaktuan jartzean garatzen den marruskadura-parearen bidez.

## 2. ZINTAZKO BALAZTAK

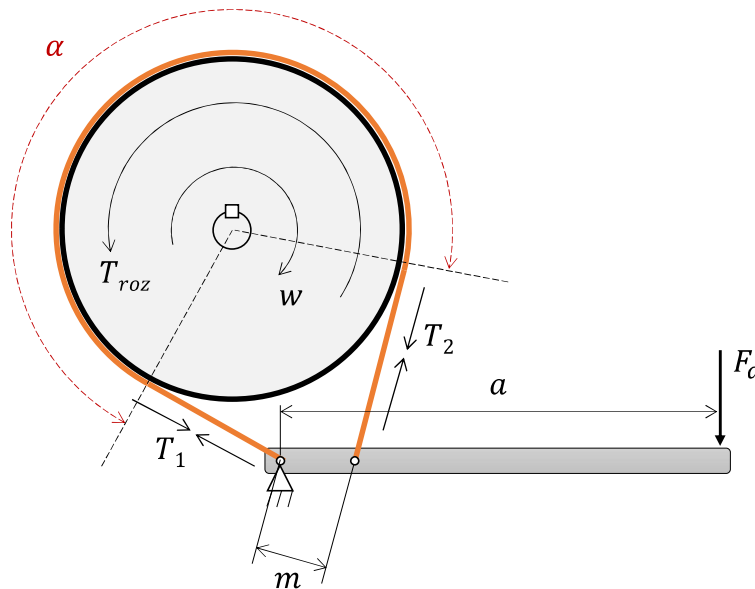
---

Zintazko marruskadura-balaztek palanka baten bidez eragindako zinta bat erabiltzen dute ardatzarekiko solidariora den disko batean marruskadura-pare bat sartzeko. Momentu erresistente horrek ardatzaren biraketaren kontra egiten du, eta balaztatzea eragiten du. Balazta-mota hori asko erabiltzen da makina sinpleetan. Antzina, zinta larruzkoa zen, gaur egun kautxuzkoa da, transmisio-uhalen antzekoa. Bi zinta-balazta mota daude: sinplea eta diferentziala.

*Dokumentuko errekurtsio grafiko eta irudi denak egileenak dira, askeak dira edo/eta baimenduta erabili dira.*

## 2.1 Zintazko balazta sinplea

zintazko balazta sinplea da zintaren mutur bat eragingailuaren artikulazioari lotzen zaionean, 1. irudian ikus daitekeenez. Palankari  $F_a$  indar batekin eragiten zaionean, zinta diskoaren kontra tenkatzen da, eta  $T_{roz}$  marruskadura-momentu bat sartzen da, diskoaren biratzeari kontra egiten diona. Ondorioz, diskoa eta solidarioa duen ardatza gelditzen dira.



**1.irudia: Zintazko balazta sinplea. Egileen irudia.**

Palankari lotzen zaizkion zintaren muturrak edo adarrak  $T_1$  eta  $T_2$  tentsioen mende daude. Tentsioa handiagoa da diskoak biraketa-mugimenduan “tira” egiten dion adarrean, 1. irudian adierazten den bezala; tentsio horri  $T_1$  deritzo, eta, beraz,  $T_1 > T_2$  da. Uhalekin egiten zen bezala,  $T_1$ -en eta  $T_2$ -ren arteko erlazioa lortzeko, indarren oreka planteatzen da zintako diferentzial batean. Garapena, beraz, berdina da, bi aldeekin: alde batetik, balaztaren zintak ez du indar zentrifugorik jasaten, ez baitu uhalak bezala biratzen; bestetik, zinta ez dago  $\theta$  angeluko eztarri batean sartuta. Bi bereizketa horiek uhalei dagokienez kontuan hartuz, uhalaren oinarritzko ekuazioa aldatu egiten da eta,  $T_1$  eta  $T_2$  adarretako indarren arteko erlazio honetara iristen da:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha} \quad (1)$$

Non  $\mu$  disko-zinta kontaktaren marruskadura-koefizientea da eta  $\alpha$  zintak besarkatzen duen diskoaren angelua.

Presioen banaketa aldakorra da kontaktuan zehar. Frogatzen da  $p_{max}$  presio maximoa ( $T_1$ ) tentsio handieneko adarra diskotik banatzen den puntuan agertzen dela, eta erlazio hau

betetzen dela:

$$T_1 = b \cdot r \cdot p_{max} \quad (2)$$

Non  $b$  kontaktuaren gainazalaren zabalera da eta  $r$  diskoaren erradioa.  $P_{max}$  balioa fabrikatzaileak eman behar duen diseinu-datu bat da, zintak funtzionamendu-baldintza optimoetan jasan dezakeen presio maximoa baita.

Adarretako tentsioak eta kontaktu-presio maximoa aztertu ondoren, diskoko momentuen oreka planteatzen da (ikusi 1. irudia):

$$T_{roz} = (T_1 - T_2) \cdot r \quad (3)$$

Palankak artikulazioarekiko duen momentu-oreka desberdina da ardatzaren biraketa-noranzko bakoitzean. Hala, 1. irudiko biraketa-noranzkoaren kasuan, oreka hau da:

$$F_a \cdot a = T_2 \cdot m \quad (4)$$

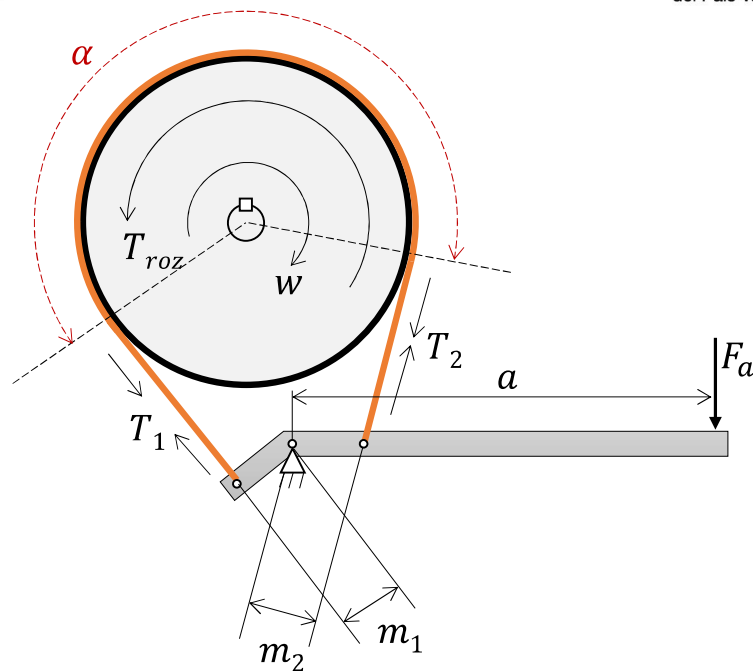
Ardatzaren biraketa-noranzkoa 1. irudian adierazitakoaren kontrakoa bada,  $T_1$  eta  $T_2$  elkar trukatu egiten dira (irudiko biraketa noranzkoan  $T_1$ , orain  $T_2$  bihurtzen da;  $T_2$ ,  $T_1$  izatera pasatuz). Beraz, palankaren oreka honako hau izango litzateke:

$$F_a \cdot a = T_1 \cdot m \quad (5)$$

Ikus daitekeenez, aurkeztutako formulek palankan eragindako  $F_a$  indarra ardatzean garatzen den  $T_{roz}$  momentu erresistentearekin (balaztatze-momentua) erlazionatzen dute.

## 2.2 Zintazko balazta diferentziala

Zintazko balazta diferentzian zintaren muturrak ez zaizkio eragingailuaren artikulazioari lotzen (ikusi 2. irudia).



**2. irudia. Zintazko balazta diferentziala. Egileen irudia.**

Zintazko balazta sinpleentzako erabiltzen diren formulak bezalakoak dira:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha} \quad (6a)$$

$$T_1 = b \cdot r \cdot p_{max} \quad (6b)$$

$$T_{roz} = (T_1 - T_2) \cdot r \quad (6c)$$

Ezberdintasuna palankaren momentuen orekan dago; zintaren muturrak palankaren artikulazioarekin bat ez datozenez, oraingoa  $T_1$  eta  $T_2$  terminoek parte hartzen dute oreka horretan. Berrito ere, palankaren orekaren adierazpena ardatzaren biraketa-noranzkoaren arabera da,  $T_1$  eta  $T_2$  zintaren mutur batean edo bestean agertzen baitira, kasuaren arabera. Hala, 2. irudiko ardatzaren biraketa-noranzkorako:

$$F_a \cdot a = T_2 \cdot m_2 - T_1 \cdot m_1 \quad (7)$$

Eta 2. irudiko biraketa-noranzkoaren kontrako noranzkoan,  $T_1$  eta  $T_2$  trukatzean:

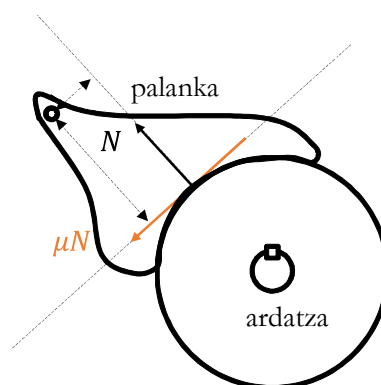
$$F_a \cdot a = T_1 \cdot m_2 - T_2 \cdot m_1 \quad (8)$$

Zintazko balazta simple bat dimensio geometriko eta funtzionamendu-baldintza berdinetan diferentzial batekin konparatzen bada (hau da,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $p_{max}$ ,  $r$  suposatuz eta 1. irudiko  $m$ , 2. irudiko  $m_2$  berdina izanik), ardatzean  $T_{roz}$  balio jakin bat garatzeko,  $F_a$  indar txikiagoa

aplikatu behar da balazta sinplean baino. Matematikoki, hori azaltzen da balazta diferentzialaren palankaren momentu-orekaren formularen kendutako termino bat agertzen delako (balazta sinplean ez zegoen termino hori), eta, beraz,  $F_a$  balio txikiagoa duelako. Fenomeno horri “autoaktuazioa” deitzen zaio. Balazta diferentziala autoaktuatzailea da, balazta sinplean baino  $F_a$  indar txikiagoa egin behar delako  $T_{roz}$  marruskadura-momentu jakin bat garatzeko; hau da kanpotik  $F_a$  indar txikiagoa aplikatuz lortuko balitz bezala.

Zintazko balazta diferentzialeko palankaren momentuen oreka-ekuaziora itzuliz, gerta daiteke kenketaren emaitzak balio negatiboa ematea. Horrek esan nahi du  $F_a$  indar negatiboa (hau da, palankan gorantz) aplikatu behar dela  $T_{roz}$  marruskadura-momentu jakin bat garatzeko. Jakina, hori ilogikoa da; praktikan, balaztak lan egiten du (balaztatzea), baina palankan  $F_a$  indarririk aplikatu gabe ( $F_a = 0$ ). Fenomeno horri “autoblokaje” esaten zaio; izan ere, balaztak bakarrik eragiten du, eta, azkenean, ardatza blokeatuko (erabat gelditu) du, kanpotik  $F_a$  indarririk aplikatu gabe.

Autoblokajearen fenomenoak hobeto ulertzen da balaztetan, 3. irudikoan bezala: ardatza erlojuaren noranzkoan biratzen badu, indar bat egin behar da palankan, diskoaren kontra bultzatuz, ardatza geldiarazteko; hala ere, ardatzak erlojuaren kontrako noranzkoan biratzen badu, ardatza balaztatu egingo da palankan indarririk eragin gabe (autoblokajea). 3. irudikoa, beraz, ardatzaren biraketa-noranzko bateko balazta autoblokantea da. Fenomeno horrek itzulerarik gabeko sistema gisa du aplikazio berezia, hau da, edozein arrazoirengatik ardatz batek bere biraketa-noranzko batean bira libre galaraztea interesatzen zaigunean.



*Figura 3. Balazta auto-blokeatzailea. Egileen irudia.*

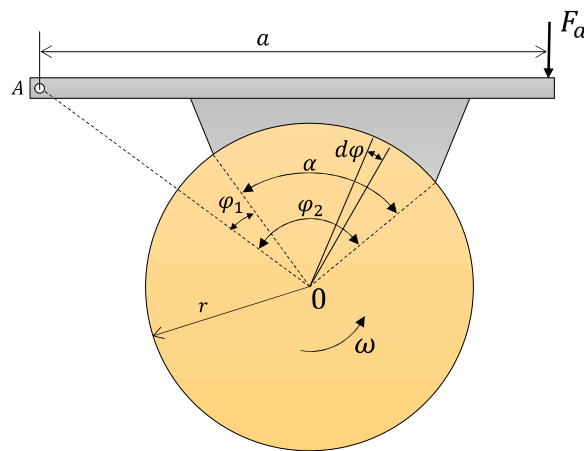
### 3. ZAPATAZKO BALAZTAK

Zapatazko balaztek marruskadura-zapata bat erabiltzen dute, palanka baten bidez eragiten dena, ardatzarekiko solidariora den disko batean marruskadura-pare bat sartzeko. Momentu

erresistente horrek ardatzaren biraketaren kontra egiten du, eta balaztatzea eragiten du. Zapatazko balaztak kanpokoak edo barrukoak izan daitezke.

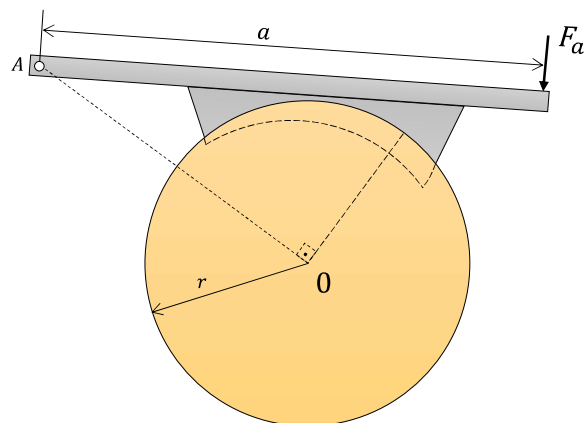
### 3.1 Kanpo-zapatazko balazta

Zapatak diskoaren kanpoaldean lan egiten duenean, zapata-balazta bat kanpokoak dela esaten da (ikus 4. irudia). Irudian ikus daitekeenez, palankari  $F_a$  indar batekin eragiten zaionean, zapata diskoarekin kontaktuan jartzen da,  $T_{roz}$  marruskadura-momentu bat sartuz, diskoa balaztatzen duena, eta, beraz, solidarioa duen ardatza.



**4. irudia. Kanpo-zapatazko balaztaren parametroak. Egileen irudia.**

Frogatzen da kontaktuko presioen banaketak forma sinusoidal bati jarraitzen diola ( $p/\sin\varphi = \text{konstantea}$ ), abiapuntutzat hartuta ( $\varphi = 0^\circ$ ) palankaren artikulazioa (irudiko A puntua) eta ardatzaren zentrea (5. irudiko O puntua) lotzen dituen zuzena.

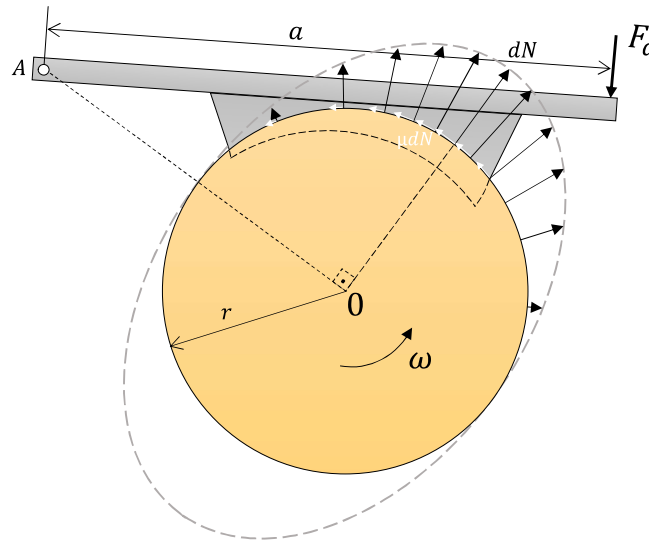


**5. irudia. Zapataren eta danborraren arteko interferentzia sinusoidal. Egileen irudia.**

Hala, presio maximoa disko-zapata kontaktu-puntuan agertzen da, non  $\sin\varphi$  maximoa da (5. irudiaren kasuan,  $\varphi = 90^\circ$ ), eta edozein punturen  $p$  presioa honela kalkula daiteke:

$$p = p_{max} \cdot \frac{\sin\varphi}{(\sin\varphi)_{max}} \quad (9)$$

Kontaktu-gainazaleko presio horiek  $dN$  indar normalak sortzen dituzte, eta indar horiek, aldi berean,  $\mu dN$  marruskadura-indarrak eragiten dituzte. 6. irudian, indar horiek adierazten dira, zapatak jasaten dituenak, zehazki; diskoak indar berak jasaten ditu, baina kontrako noranzkoan, akzio -erreakzio legearen arabera.



**6. irudia. Kontaktuko indar normalen eta marruskadura-indarren banaketa. Egileen irudia.**

Hain zuzen,  $\mu dN$  marruskadura-indar horiek (6. irudikoaren kontrako noranzkoan) dira diskoaren biraketaren aurka jartzen direnak eta, beraz, diskoa balaztatzen dituen marruskadura-momentu bat garatuz. Balaztatze-momentu horren balioa hau da:

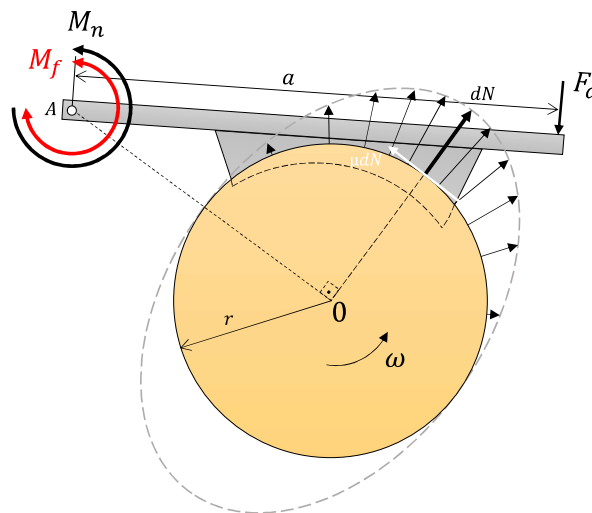
$$\begin{aligned} T_{roz} &= \int r \cdot \mu \cdot p \cdot dA = \int r \cdot \mu \cdot p_{max} \cdot \frac{\sin\varphi}{(\sin\varphi)_{max}} \cdot b \cdot r \cdot d\varphi \\ &= \frac{\mu \cdot b \cdot p_{max}}{(\sin\varphi)_{max}} \cdot \int r^2 \cdot \sin\varphi \cdot d\varphi \\ &= \frac{\mu \cdot b \cdot r^2 \cdot p_{max}}{(\sin\varphi)_{max}} \cdot (\cos\varphi_1 - \cos\varphi_2) \end{aligned} \quad (10)$$

Ekuazio horretan,  $r$  diskoaren erradioa da,  $\mu$  marruskadura-koefizientea,  $b$  zapata/diskoaren kontaktu-gainazalaren zabalera (zapaten zabalera berdina), eta  $\varphi_1$  eta  $\varphi_2$  angeluak dira zapata hasteko eta amaitzeko, hurrenez hurren. Jakina,  $(\sin\varphi)_{max}$ -ek  $\varphi$  angelu bat izan behar du  $\varphi_1$  eta  $\varphi_2$  artean, eta angelu horrentzat izango da kontaktu-presio maximoa, aurrez aipatu bezala. Azaldutakoaren arabera,  $p_{max}$  balio horrek fabrikatzaileak emandako diseinu-datu bat izan behar du.

Ondoren, palanka eragilea aztertzen da, diskoan, eta, beraz, ardatzean,  $T_{roz}$  marruskadura-momentu jakin bat garatzeko haren gainean aplikatu behar den  $F_a$  indarra neurtzeko. Palankan,  $F_a$  ez ezik,  $dN$  indar normalek eta  $\mu dN$  marruskadura-indarrek ere jarduten dute, 7. irudian ageri direnak.

Palankaren artikulazioarekiko oreka planteatzean,  $F_a$  indarrak sortutako momentuaz gain, ikusten da indar normalak ( $dN$  indar diferentzial guztien erresultantea)  $M_n$  momentu bat sortzen duela eta marruskadura-indarrak ( $\mu dN$  indar diferentzial guztien ondoriozkoak)  $M_f$  momentu bat sortzen duela. Hala, hau da lortzen den momentu-oreka:

$$F_a \cdot a = M_n \pm M_f \tag{11}$$



7. irudia.  $M_n$  eta  $M_f$  momentuak. Egileen irudia.

$M_n$  eta  $M_f$ -ren formulak aurrerago agertzen dira. (11) adierazpenetik ondoriozta daitekeenez, 7. irudian bezala,  $F_a$  indar eragileak momentu bat sortzen badu ordu-noranzkoan,  $M_n$  ordu-noranzkoaren kontrakoa izango da, eta  $M_f$  ordu-noranzkoaren aldekoa edo kontrakoa, eta, horren arabera,  $M_n$ -ri gehitu edo kenduko zaio, hurrenez hurren; hortik dator formulako  $\pm$  operadorea. Izan ere, ardatzaren biraketa-noranzkoa aldatzean,  $\mu dN$  marruskadura-indarrak noranzkoa aldatzen du, eta ordu-noranzkoaren kontrakoa izatetik aldekoa izatera pasatuko da, eta, beraz, gehituzetik kentzera, edo alderantziz. 4. irudiko adibiderako, irudian adierazitako ardatzaren biraketa-noranzkoaren kasuan, formula hau izango da:  $F_a \cdot a = M_n + M_f$  ( $F_a \cdot a$ , ordu-noranzkoan eta  $M_n$  eta  $M_f$  ordu-noranzkoaren kontrakoa); hala ere, ardatzak kontrako noranzkoan biratuko balu, formula  $F_a \cdot a = M_n - M_f$  izango litzateke ( $F_a \cdot a$ , ordu-noranzkoan,  $M_n$  ordu-noranzkoaren kontrakoa eta  $M_f$  ordu-noranzkoaren aldekoa).



Zintazko balaztekin erabilitako arrazoibideari jarraituz, ikusten da ardatzaren biraketa-noranzko baterako zapata-balazta autoaktuatzailea dela ( $F_a \cdot a = M_n - M_f$  denean), eta beste biraketa-noranzkorako ez ( $F_a \cdot a = M_n + M_f$  denean); hau da,  $T_{roz}$  marruskadura-momentu jakin bat garatzeko,  $F_a$  indar txikiago bat egin behar da biraketa noranzko batean. Berriro ere, biraketa-noranzko autoaktuatzailean, balazta autoblokantea izan daiteke  $M_f > M_n$  betetzen bada, eta, beraz,  $F_a < 0$  betetzen bada; kasu horretan, zintazko balaztetan bezala, balazta bakarrik aktibatuko litzateke, eta kanpoko  $F_a$  indarririk gabe geldituko litzateke ardatza.

Amaitzeko,  $M_n$  eta  $M_f$ -ren formulak ematen dira eta horien frogatze matematikoa ikasmaterial honen irismenetik kanpo geratzen da:

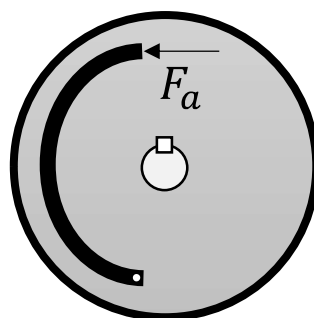
$$M_f = \frac{\mu \cdot b \cdot r \cdot p_{max}}{4 \cdot (\sin\varphi)_{max}} \cdot [r_1 \cdot (\cos 2\varphi_2 - \cos 2\varphi_1) - 4 \cdot r \cdot (\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)] \quad (12a)$$

$$M_n = \frac{b \cdot r \cdot r_1 \cdot p_{max}}{4 \cdot (\sin\varphi)_{max}} \cdot (2\alpha - \sin 2\varphi_2 + \sin 2\varphi_1) \quad (12b)$$

Garrantzitsua da esatea adierazpen horiek palankaren momentuen oreka-formulan erabiltzeko, haren emaitzen balio absolutua erabili behar dela. Hau da, (11) ekuazioan,  $M_n$  eta  $M_f$ -ren balioek positiboak izan behar dute beti.  $M_n$  eta  $M_f$  batu edo kentzen diren jakiteko, nahikoa da ordu-noranzkoak edo kontrakoak diren begiratzea, azal dutakoaren arabera.

### 3.2 Barne-zapatazko balazta

Zapatak diskoaren barruan eragiten duenean, barne-zapatazko balazta dela esaten da (ikus 8. irudia). Jakina, diskoak kubo moduko bat izan behar du, barruan hutsa, eta danbor deitzen zaio. Horregatik, barne-zapatazko balaztekin danbor-balazta deritze normalean. Kanpoko balaztetan bezala, palankari indar batez eragiten zaionean, zapata diskoarekin kontaktuan jartzen da, eta  $T_{roz}$  marruskadura-momentu bat sartzen da, danborra balaztatzen duena, eta, beraz, danborrari lotuta dagoen ardatza.



8. irudia. Barne-zapatazko balazta (danbor balazta). Egileen irudia.

Gainerakoan, kanpoko-zapatazko balaztei buruz azaldutako guztia danbor-balaztei aplikatzen zaie erabat. Adierazpenak berdin-berdinak direlarik:

$$p = p_{max} \cdot \frac{\sin\varphi}{(\sin\varphi)_{max}} \quad (13a)$$

$$T_{roz} = \int r \cdot \mu \cdot p \cdot dA = \frac{\mu \cdot b \cdot r^2 \cdot p_{max}}{(\sin\varphi)_{max}} \cdot (\cos\varphi_1 - \cos\varphi_2) \quad (13b)$$

$$F_a \cdot a = M_n \pm M_f \quad (13c)$$

$$M_f = \frac{\mu \cdot b \cdot r \cdot p_{max}}{4 \cdot (\sin\varphi)_{max}} \cdot [r_1 \cdot (\cos 2\varphi_2 - \cos 2\varphi_1) - 4 \cdot r \cdot (\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)] \quad (13d)$$

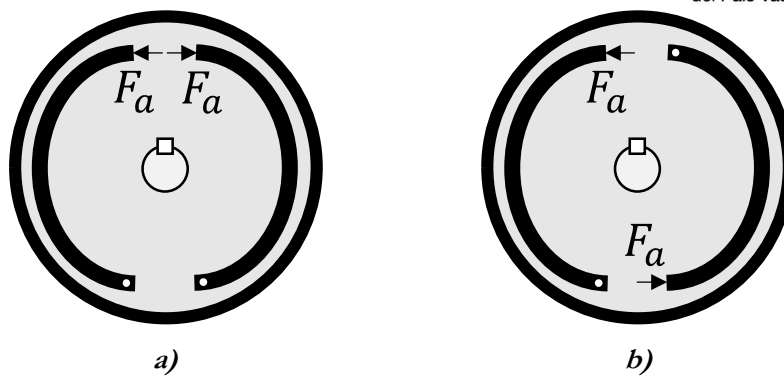
$$M_n = \frac{b \cdot r \cdot r_1 \cdot p_{max}}{4 \cdot (\sin\varphi)_{max}} \cdot (2\alpha - \sin 2\varphi_2 + \sin 2\varphi_1) \quad (13e)$$

Kanpoko balaztek bezala, danbor-balaztak ere biraketa-noranzko batean autoaktuatzaileak dira ( $F_a \cdot a = M_n - M_f$  denean), eta ez dira beste noranzko batean jarduten dutenean ( $F_a \cdot a = M_n + M_f$  denean). Biraketa autotaktuatzailearen noranzkoan, gainera, autoblokantea izan daiteke ( $M_f > M_n$  bada, eta, beraz,  $F_a < 0$  izanez gero).

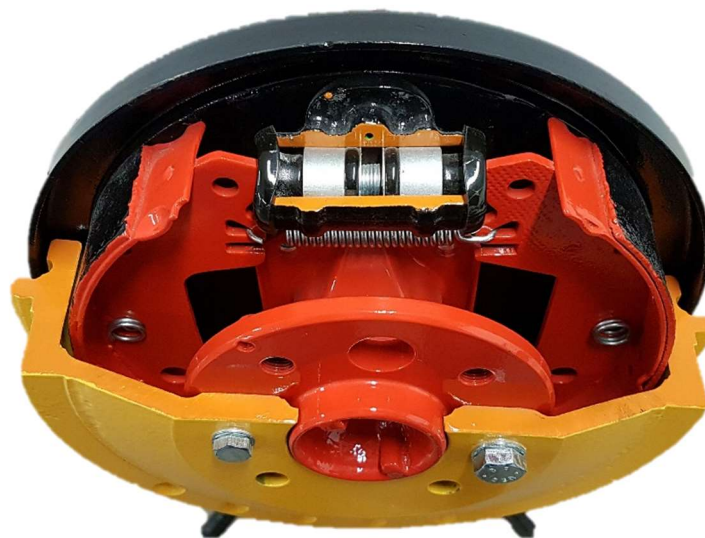
Danbor-balaztek bi zapata izaten dituzte, biak  $F_a$  indar berarekin eraginda. Palanka eragileak artikulatuta non daudenaren arabera, honela sailkatzen dira: simplex balazta eta duplex balazta.

Bi konfigurazio horiek 9. irudian ageri dira eskematikoki. 10. irudian, auto baten gurpileko simplex danbor balazta ageri da.

Simplex danbor balaztan, ardatzaren edozein biraketa-noranzkotan, zapata bat autoaktuatzailea da eta bestea ez; aldiz, biraketa-noranzko batean duplex balaztan, bi zapatak autoaktuatzaileak dira, eta beste biraketa-noranzkoan, zapata bat bera ere ez. 1. taulak kontzeptu horiek laburtzen ditu.



9. irudia. Danbor-balazta: a) simplex b) duplex.



10. irudia. Simplex danbor-balazta. Egileen irudia.

SIMPLEX	Ezkerreko zapata	Eskuineko balazta
Ordu-noranzkoa	$F_a \cdot a = M_n + M_f$ (EZ AUTOAKT)	$F_a \cdot a = M_n - M_f$ (AUTOAKT)
Ordu-noranzkoaren kontrakoa	$F_a \cdot a = M_n - M_f$ (AUTOAKT)	$F_a \cdot a = M_n + M_f$ (EZ AUTOAKT)

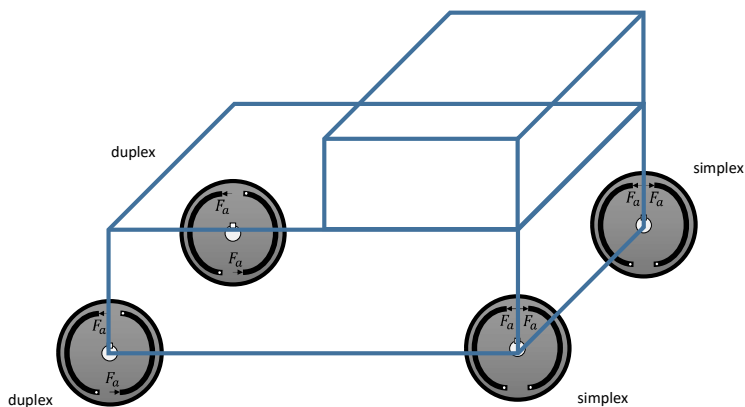
a)

DUPLEX	Ezkerreko zapata	Eskuineko balazta
Ordu-noranzkoa	$F_a \cdot a = M_n + M_f$ (EZ AUTOAKT)	$F_a \cdot a = M_n + M_f$ (EZ AUTOAKT)
Ordu-noranzkoaren kontrakoa	$F_a \cdot a = M_n - M_f$ (AUTOAKT)	$F_a \cdot a = M_n - M_f$ (AUTOAKT)

b)

1. taula. 9. irudiko balaztetarako oreka-ekuazioak: a) Simplex balazta (9a) b) duplex balazta (9b irudia). Egileen taula.

Disko-balazten erabilera nagusitzen ari den arren, danbor-balaztak oso erabiliak izan dira automobilgintzan. Automobil baten lau balaztak (gurpil bakoitzean bat) danbor-motakoak direnean, aurreko gurpiletan duplex motako balaztak eta atzeko gurpiletan simplex motakoak jarri ohi dira (ikusi 11. irudia).

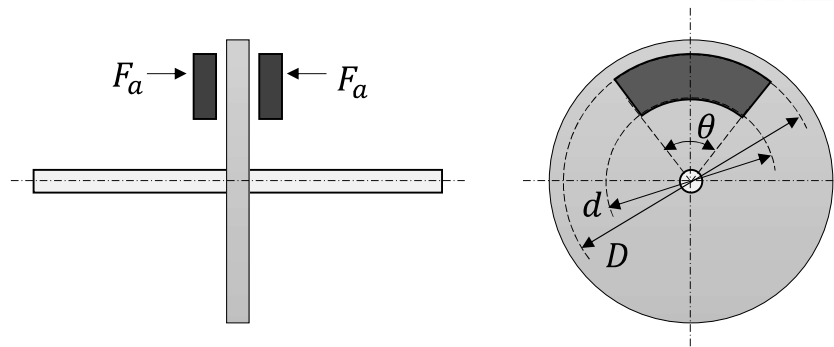


**11. irudia. Ohiko zapata-konbinazioa automobil batean. Egileen irudia.**

Hala, automobilak aurrera egiten duenean, 6 zapata autoaktuatzaile daude (aurreko gurpiletako 4 eta atzeko gurpiletako 2), eta 2 zapata ez-autoaktuatzaile (atzeko gurpiletakoak). Automobila atzera doanean, 6 zapata ez-autoaktuatzaile daude (aurreko gurpiletako 4 eta atzeko gurpiletako 2) eta bi zapata autoaktuatzaile (atzeko gurpiletakoak). Konfigurazio horren bidez,  $F_a$  indar-eragile bererako, autoak aurrerantz doanean atzeraka baino gehiago balaztatzea lortzen da, eta hori beharrezkoa da, automobilaren abiadura handiagoa baita aurrerantz doanean atzerantz doanean baino. Gainera, duplex balaztak aurreko gurpiletan jartzen direnez, aurreko gurpilak autoa aurrerantz doanean gehiago balaztatzen dute, aurreko 4 zapatak autoaktuatzaileak baitira (bi zapata autoaktuatzaile atzeko gurpiletan), asfaltoari atxikitzeko autoetan eskatzen den bezala.

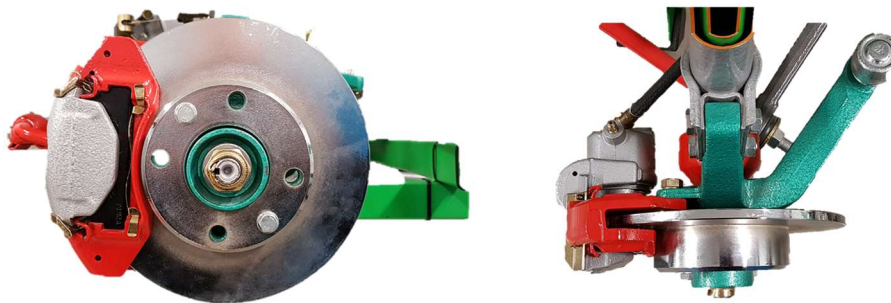
#### 4. DISKOZKO BALAZTAK

Marruskadura diskozko balaztek ardatzari axialki eragiten dioten pilulak erabiltzen dituzte ardatzarekiko solidariora den disko batean marruskadura-pare bat sartzeko. Momentu erresistente horrek ardatzaren biraketaren kontra egiten du, eta balaztatzea eragiten du. 12. irudiak mota horretako balazta erakusten ditu.



**2. irudia. Diskozko balazta. Egileen irudia.**

Danbor-balaztekin alderatuta, disko-balaztek aireztatzeko erraztasuna dute abantaila nagusi. Aurrerago ikusiko dugunez, alderdi hori oso garrantzitsua da, marruskadurak beroa sortzen baitu (ohikoa da autoko edo motozikleta balaztak “gorituta” ikustea), eta bero hori behar bezala ateratzen ez bada, balazta hondatu eta balaztatzeko gaitasuna murriztu diezaioke. Autoek (ikus 13. irudia) autoaren frontaletik sartzen den airea jaso eta disko-balaztatik bideratzen duen hodi bat dute. Horrela, aire horrek sortutako beroa kanporatzen du; danborrezko balaztetan zailagoa da bero hori kanporatzea, danborraren barruan sortzen baita.



**13. irudia. Automobil baten disko-balazta. Egileen irudia.**

Marruskadura-momentuaren kalkulua disko-enbrageetarako erabilitakoaren berdina da; alde bakarra da enbrageetan pare hori transmisio-momentu bat zela, eta disko-balaztetan, berriz, balaztatze-momentu bat. Enbrageetan bezala, balazta berria denean, presio uniformearen hipotesia onar daiteke. Balazta erabilia dagoenean, kontaktu-gainazalaren egoera gehiago gerturatzen da higadura uniformera. Balaztak garatutako marruskadura-momentua hau da:

a) presio uniformearen hipotesiaren arabera:

$$T_{roz} = \frac{\theta}{24} \cdot \mu \cdot p \cdot (D^3 - d^3) = \mu \cdot \frac{F_a}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \quad (14)$$

b) higadura-hipotesi uniformearen arabera:

$$T_{roz} = \frac{\theta}{16} \cdot \mu \cdot p_{max} \cdot d \cdot (D^2 - d^2) = \mu \cdot \frac{F_a}{4} \cdot (D + d) \quad (15)$$

Non  $\theta$  pastillaren kontaktu-angelua da, 12. irudiaren arabera. Adierazpen horiekien kalkulaturako marruskadura-momentuaren balioa marruskadura-urpegi bakar bati dagokio (pastilla bati). Normalean, bi pastilla jartzen dira (ikus 12. irudia), diskoaren alde banatan jarrita. Antolaketa horren bidez, bi onura lortzen dira: batetik, ardatzean sartutako indar axiala nulua da (pastillen  $F_a$  indar-eragileak beren artean ezabatzen dira); bestetik, garatutako marruskadura-momentu totala bikoitza da, bi kontaktu-gainazal baitaude baten ordean.

Azkenik, aipatzekoa da disko-balaztekin ez dutela beren kabuz jarduteko edo autoblokatzeko ezaugarriarik.

## 5. BALAZTAK DISEINATZEAN KONTUAN HARTU BEHARREKO ALDERDIAK

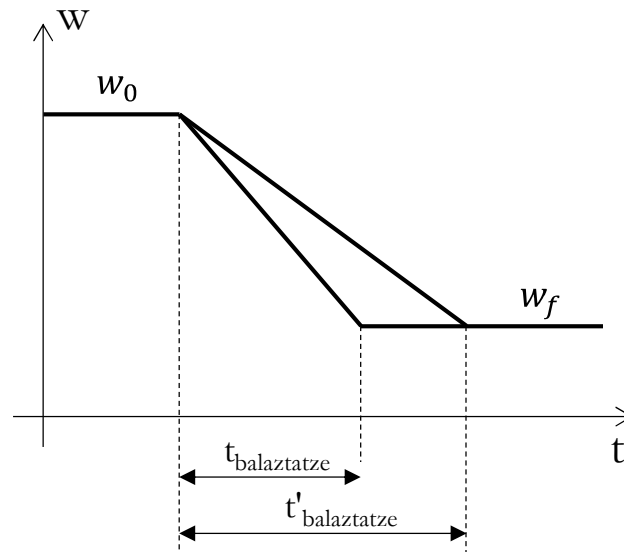
Balazta bat diseinatzeko edo hautatzeko orduan, oinarritzko alderdia  $T_{roz}$  marruskadura-parea da, balazta hori garatzeko gai dena. Zenbat eta handiagoa izan  $T_{roz}$ , orduan eta txikiagoa izango da balaztatze-denbora (hasierako biraketa-abiadura  $w_0$  batetik amaierako  $w_f$  abiadura batera pasatzeko behar den denbora). 14. irudian, ardatzean  $T_{roz} > T_{roz}'$  balaztatze-pare bat aplikatzen bada, balaztatze-denbora murriztu egiten da, hau da,  $t_{balaztatze} < t_{balaztatze}'$ . Garatutako marruskadura-momentuaren eta ondoriozko balaztatze-denboraren arteko erlazioa (momentu autoaktuatzaile gabe) hau da:

$$T_{roz} = \frac{I \cdot (w_0 - w_f)}{t_{balaztatze}} \quad (16)$$

Non  $I$  ardatzaren inertzia baliokidea baita. Inertzia baliokidearen kontzeptua lehenago azaldu da 12. gaian.

Azaldukoaren arabera, balaztatze-prozesuan beroa sortzen da marruskaduraren eraginez. Ardatzaren energia zinetikoaren galeraren balio bera du:

$$W_{roz} = \Delta E_{zinetikoa} = \frac{1}{2} \cdot I \cdot (w_0^2 - w_f^2) \quad (17)$$



**14. irudia. Balaztatze-denbora, aplikatutako balaztatze-momentuaren arabera. Egileen irudia.**

Formulan ikusten denez, sortutako beroaren magnitudea ardatzaren hasierako  $w_0$  abiaduraren eta amaierako  $w_f$  abiaduraren balioen arabera baino ez da, eta ez balaztatze hori eragin duen parearen ( $T_{roz}$ ) eta balaztatze (balaztatze) behar izan den denboraren arabera. Hala ere, zenbat eta txikiagoa izan balaztatze-denbora, orduan eta “bat-batean” sortuko da bero hori, eta zailagoa izango da ebakutzea.

Azken finean, momentu garatua zenbat eta handiagoa izan, orduan eta txikiagoa da balaztatze-denbora, baina beroa denbora gutxiagoan sortzen da, eta horrek balazta gehiago berotzen du. Horrenbestez, diseinu ezin hobeak bi faktore horien arteko konpromisoari eutsi behar dio, hau da, ez da komeni balaztak balaztatze gaitasun, ez handiegia ez txikiegia izatea.

	<b>EHUNEZKO FORRUA</b>	<b>FORRU MOLDEATUA</b>	<b>BLOKE ZURRUNA</b>
<b>Konpresiora erresistentzia (MPa)</b>	70-100	70-125	70-100
<b>Trakziora erresistentzia (MPa)</b>	17-21	27-35	21-27
<b>Tenperatura max. (°C)</b>	200-260	260	400
<b>Abiadura max. (m/s)</b>	38	25	38
<b>Presio max. (kPa)</b>	340-690	690	1000
<b>Marruskadura koefizientea</b>	0,45	0,47	0,40-0,45

**2. taula. Balaztetako kontaktu-propietateen ohiko balioak. Egileen taula.**

Marruskadura-materialari dagokionez (fabrikatzaileen katalogoetan zehazten dira haren propietateak), enbrageetan erabiltzen direnen antzeko ezaugarriak izan behar ditu: *Makinen Diseinua*

*Mikel Abasolo, Edurne Iriondo eta Javier Corral*

tenperatura altuei eusteko gaitasuna, propietateak galdu gabe; bero-eroankortasun eta disipazio handia; higadurarekiko erresistentzia handia; erresilientzia handia; ingurumen-baldintza kaltegarrien aurrean (hezetasuna, adibidez) portaera ona izatea, eta abar. 2. taulan, balaztetan erabilitako marruskadura-materialen propietate garrantzitsuenen ohiko balioak ageri dira: haustura tentsioa (konpresioan eta trakzioan), tenperatura maximoa, labaindura-abiadura maximoa, presio maximoa eta marruskadura-koefizientea.