

# 1.Gaia: ZIRKUITU ELEKTRIKOEI BURUZKO IDEIA OROKORRAK

- 1.0 HELBURUAK.
- 1.1 SINBOLO ETA UNITATE ELEKTRIKOAK.
- 1.2 ZIRKUITUEN OINARRIZKO ALDAGAIK.
- 1.3 ZIRKUITUEN TEORIAKO LEGE TOPOLOGIKO OINARRIZKOAK.
- 1.4 ZIRKUITUEN ELIKADURA
- 1.5 UHIN-FORMA PERIODIKOAK.
- 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK.
- 1.7 OINARRIZKO ELEMENTU PASIBOEN JOKABIDEA.
- 1.8 BIBLIOGRAFIA.

- Legezko unitate sistemaren egungo legeria jakitea.
- Magnitude eta unitate elektrikoen sinboloei buruzko Nazioarteko-Sistemako arauak ezagutzea.
- Multiplo eta azpi-multiploen izendapenerako izendapen zientifikoa eta teknikoa behatzea.
- Uhin-forma ohikoenak ezagutzea, periodikoak zein ez-periodikoak.
- Uhin-forma periodikoei lotutako balioen esanahia ulertzea, eta noiz aplikatu daitezkeen jakitea.
- Uhin-forma periodikoei lotutako balioak kalkulatzeko jakitea.
- Uhin-formei lotutako balio bakoitza neur dezakeen tresnak zein diren ezagutzea.

## 1.1 SINBOLO ETA UNITATE ELEKTRIKOAK (1)

Magnitudeen sinboloak letra etzanaz idazten dira, unitateen sinboloak aldiz, letra latinez, eta izen berezi batetik eratorriak diren unitateen sinboloak letra larriz idatziko dira.

MAGNITUDEA	SINBOLOA	UNITATEA	UNITATEAREN SINBOLOA
Denbora	$t$	segundo	s
Maiztasuna	$f$	hertz	Hz
Pultsazioa	$\omega$	radian/s	rad/s
Fase-angelua	$\varphi$ edo $\theta$	gradu edo radian	$^{\circ}$ , rad
Energia	$W$	Joule	J
Potentzia	$P$	Watt	W
Karga	$Q$	Coulomb	C
Korrente-intentsitatea	$I$	Ampere	A
Eremu elektrikoa	$E$	Volt/metro	V/m
Tentsioa	$U$	Volt	V
Erresistentzia	$R$	Ohm	$\Omega$
Induktantzia	$L$	Henry	H
Kapazitatea	$C$	Farad	F
Konduktantzia	$G$	Siemens	S
Fluxua	$\Phi$	Weber	Wb

### **MAGNITUDEAK**

Unitateen nazioarteko sisteman (SI), normalizatutako letra batez adieraziko da magnitude bakoitza. UNE 82104:1997 Araua.

Magnitude bera adierazteko hainbat modu dago, magnitudearen egoera ezberdinak berezi ahal izateko. Sinbolo berdinerako idazketa forma ezberdinak erabiliko ditugu, horrela balio eraginkorra, batez besteko balioa, aldiuneko balioa, hasierako baldintzak, e.a. berezi ahal izango ditugu.

Bedi:  $q$  (karga)

$q$ : Magnitudearen aldiuneko balioa.  $q(t)$

$Q$ : Magnitudearen balio eraginkorra

$\bar{q}$  : Magnitudearen batez besteko balioa.

$Q_0$  ,  $\hat{q}$  : Magnitudearen balio maximoa.

$q_0$ : Magnitudearen hasierako baldintzak.

**MULTIPLIO ETA AZPIMULTIPLIOAK**

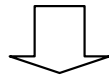
- Aldagaien multiplo eta azpimultiploak ere bereizi behar ditugu. Bi modura adieraz daitezke:
  - Idazketa zientifikoa:  $\cdot 10^{\pm n}$  faktoreak erabiliz (Adb:  $16 \cdot 10^{-3}$  H)
  - Idazketa teknikoak: Hiruren multiplo diren berretzaile bakoitzeko aurrizki batez izendatzen dira. (Adb: 16 mH)
- Idazketa teknikoak multiploentzako letra larriak erabiltzen ditu eta azpimultiploentzako letra xeheak, letra horiek aurrizkiaren izenaren lehen letra izango direlarik.

IZENA	SINBOLOA	FAKTORE BIDERKATZAILEA
PETA	P	$10^{15}$
TERA	T	$10^{12}$
GIGA	G	$10^9$
MEGA	M	$10^6$
KILO	k	$10^3$
Mili	m	$10^{-3}$
Mikro	$\mu$	$10^{-6}$
Nano	n	$10^{-9}$
Pico	p	$10^{-12}$
Femto	f	$10^{-15}$

## 1.2 OINARRIZKO ALDAGAIK (1)

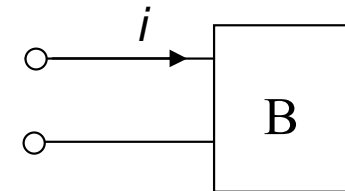
Orokorrean elektroteknian eta zirkuituen teorian zehatzago, oinarrizko aldagaitzat korrontea, tentsioa eta potentzia hartzen dira.

•Karga:  $q$  Berezko magnitudea; naturan agertzen da; zeinu + zein - ; erakarri-alderatu;



•KORRONTE INTENTSITATEA  $i$ , Zirkuituen teorian, karga baino interesgarriagoa da karga horniketa zein abiaduraz egiten den ezagutzea.

$$i = \frac{dq(t)}{dt} \quad \left[ \frac{\text{C}}{\text{s}} \right] \quad [\text{A}]$$



▢Definizioa: Bipolo bati karga horniketa zein abiaduraz egiten zaion da korronte intentsitatea.

▢ Zeinu hitzarmena: Zirkulazioaren noranzkoa  $\equiv$  karga neto positiboaren zirkulazioa.

▢ $(-\infty, t)$  denbora tartera bipolo bati transmititu zaion karga totala hauxe da:

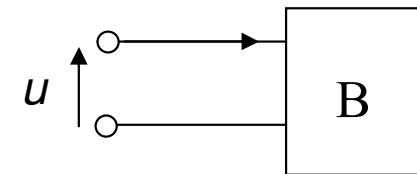
$$q = \int_{-\infty}^t i(t)dt = \underbrace{\int_{-\infty}^{t_0} i(t)dt}_{q_0} + \int_{t_0}^t i(t)dt = q_0 + \int_{t_0}^t i(t)dt$$

- **Energia:**  $W$  Berezko magnitudea;

- **Zirkuituen Teorian : TENTSIOA**  $u$  [V]

Definizioa: Kargek, bipoloan zehar zirkulatzean, energia aldaketa pairatzen dute. Bipoloaren bi terminalen artean zirkulatzeko karga unitateari eman behar zaion energia da tentsioa.

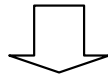
$$u = \frac{dW}{dq} \quad \left[ \frac{\text{J}}{\text{C}} \right]$$



Tentsioak kargaren ibilbidearekiko ez du mendekotasunik.

Bi punturen artean tentsioa egon daiteke naiz eta korronteirik ez egon.

- **Energia:**  $W$  Berezko magnitudea;

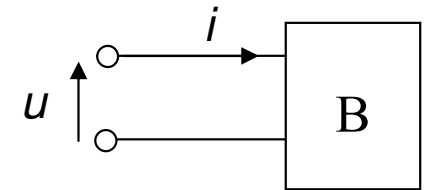


- **Zirkuituen teorian : POTENTZIA**  $p$  [W]

Definizioa: Bipolo bati energia horniketa zein abiaduraz egiten zaion adierazten du. Potentzia denbora unitateko energiaren-aldakuntza izango da. (1 s-an 1C-eko karga garraiatzeko behar izan den energia, alegia.)

$$p = \frac{dw}{dt} \left[ \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W} \right]$$

$$w(t) = \int_{-\infty}^t p(t) \cdot dt = w_0 + \int_0^t p(t) \cdot dt$$



▮ Zeinu hitzarmena:  $i$  eta  $u$ -rentzako hartutako zeinuekin (ikusi irudia, potentzia sarkorra), Bipoloak energia kontsumitzen badu, potentzia positiboa izango da. Negatiboa bada berriz bipoloak energia igorriko du.

$$p = \frac{dW}{dt} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u \cdot i$$

Hiru oinarrizko aldagaien arteko erlazioa

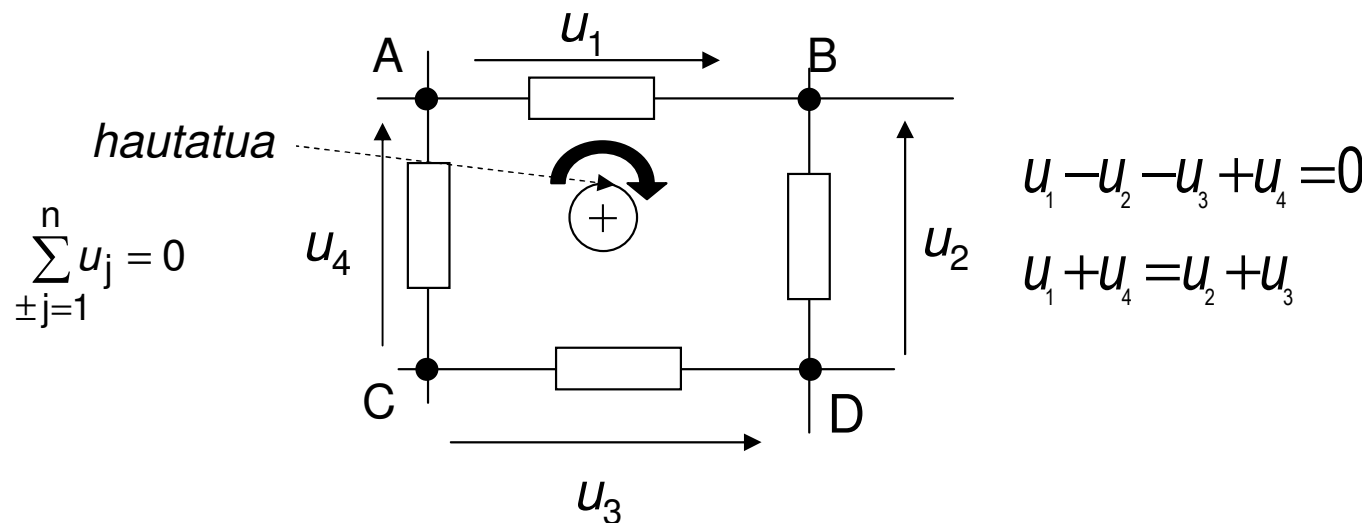




**Kirchhoff-en bigarren legea (K2L)**

Energiaren kontserbazioaren legea baino ez da.

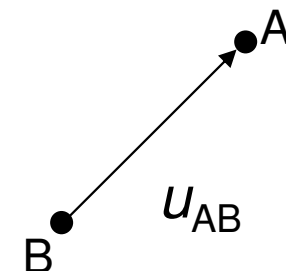
Zirkuitu baten edozein ibilbide itxian zehar tentsioen batura algebraikoa nulua da edozein aldiunean. Polaritatea eduki behar da kontuan, eta horrek aurretik biraketa noranzko positibo bat aukeratzea eskatzen du: erlojuaren noranzkoan edo aurkako noranzkoan.



OHARRA: Tentsioen geziak irudikatzeko hitzarmena:

$u_A > u_B$  eta bere izendapena  $u_{AB}$

$u_{AB} = u_A - u_B$ , non  $u_A$  tentsio handiena den



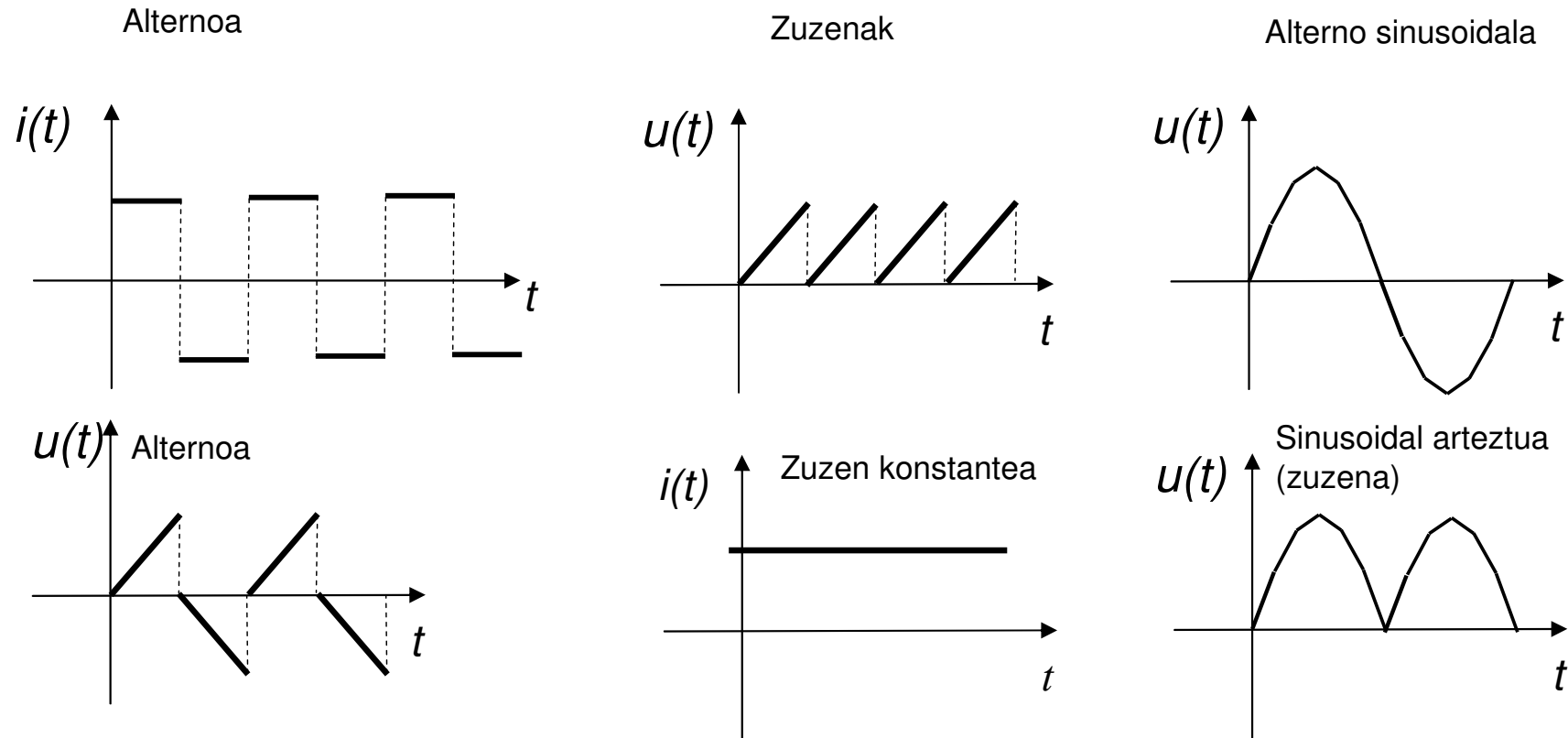
KITZIKAPEN ETA ERANTZUN FUNTZIOAK

TENTSIOAK ETA INTENTSITATEAK, DENBORAN ZEHAR ALDAKORRAK  
 $eg(t)$  ,  $u(t)$ ,  $ig(t)$  eta  $i(t)$

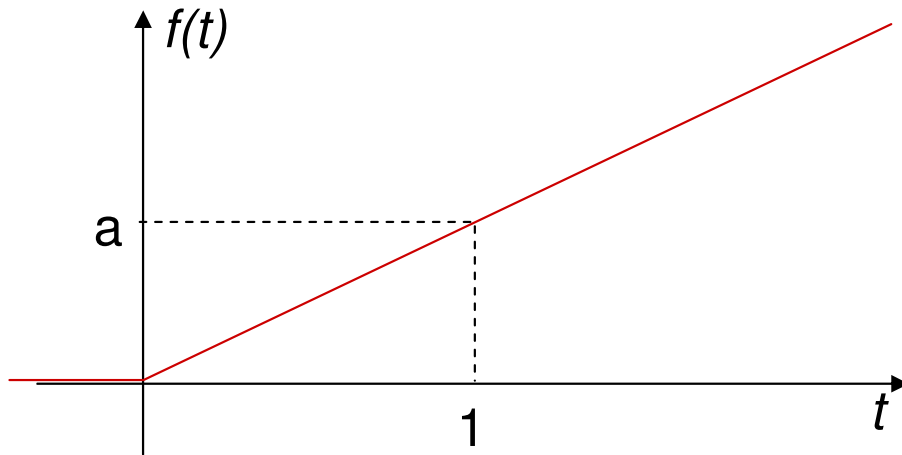
Zirkuituaren aldagaiak denborarekiko duten mendekotasun funtzionalari uhin-forma esango diogu. Era analitiko zein grafikoan edo aldi berean bi modutara adieraz daitezke.

## 1.4 ZIRKUITUEN ELIKADURA (2)

- Zirkuitua elikatzen duen tentsio edo korrontearen uhin-forma da elikadura. Aldagai horiek denboran zehar duten bilakaera, funtzio matematikoen bidez edo grafikoki adieraz ditzakegu. Elikadura mota asko dago:



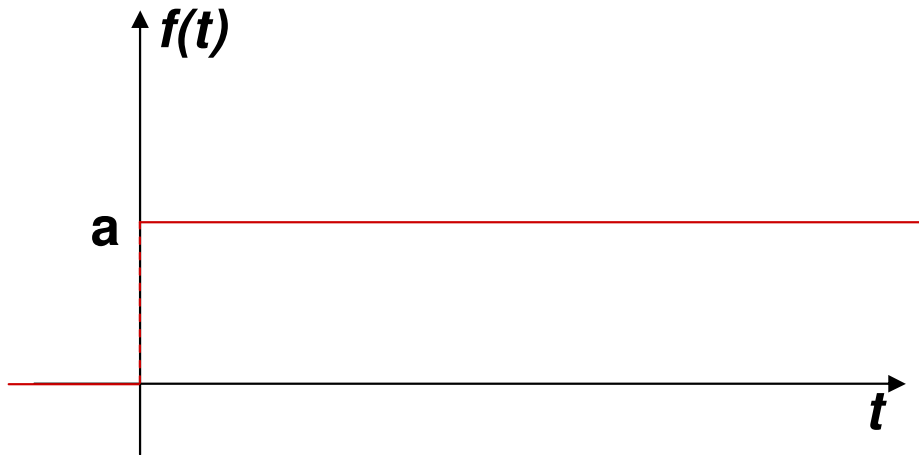
## ARRAPALA FUNTZIOA



$$f(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \text{ denean} \\ a \cdot t, & t \geq 0 \text{ denean} \end{cases}$$

Funtzio jarraitua da, aldagaiaren balio negatiboentzako balio nulua hartzen du, eta aldagai independentearen balio positiboentzako modu konstantean hazten da.

## MAILA FUNTZIOA

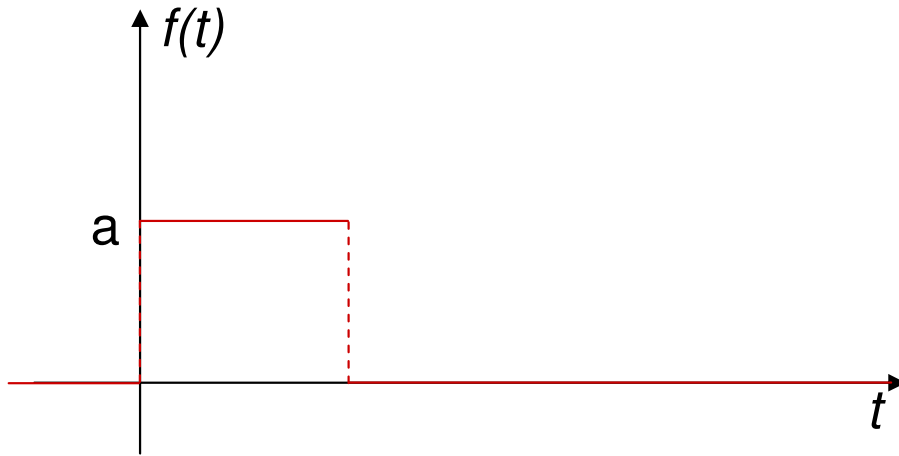


$$f(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \quad \text{denean} \\ a & t > 0 \quad \text{denean} \end{cases}$$

Funtzio ez-jarraitua da, aldagai independentearen balio negatiboetarako balio nulua du,  $t = 0$  unean lehen mailako ez jarraitasuna dauka, eta balio konstantea hartzen du aldagai independentearen balio positiboetarako.

Maila funtzioa, arrapala funtzioaren deribatua da.

## PULTSO ERREKTANGELUARRA FUNTZIOA



$$f(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \text{ denean} \\ a & 0 < t < t_1 \text{ denean} \\ 0 & t > t_1 \text{ denean} \end{cases}$$

Funtzio ez-jarraitua da, aldagai independentearen balio negatiboetarako balio nulua du,  $t=0$  eta  $t=t_1$  uneetan lehen mailako ez jarraitasunak dauzka, eta balio konstantea hartzen du aldagai independentearen 0 eta  $t_1$  arteko balioetarako.

## IMPULTSUA EDO DIRAC-EN $\delta$ (delta) FUNTZIOA

Funtzio honek ez dauka adierazpen grafikorik. Aldagaiaren jatorriaren inguruko oso eremu txiki batetik kanpo funtzioak balio nulua dauka, jatorrian bere balioak infiniturantz jotzen du, eta funtzioaren integralaren balioa aipatutako jatorriaren inguruko eremuan bat balio du.

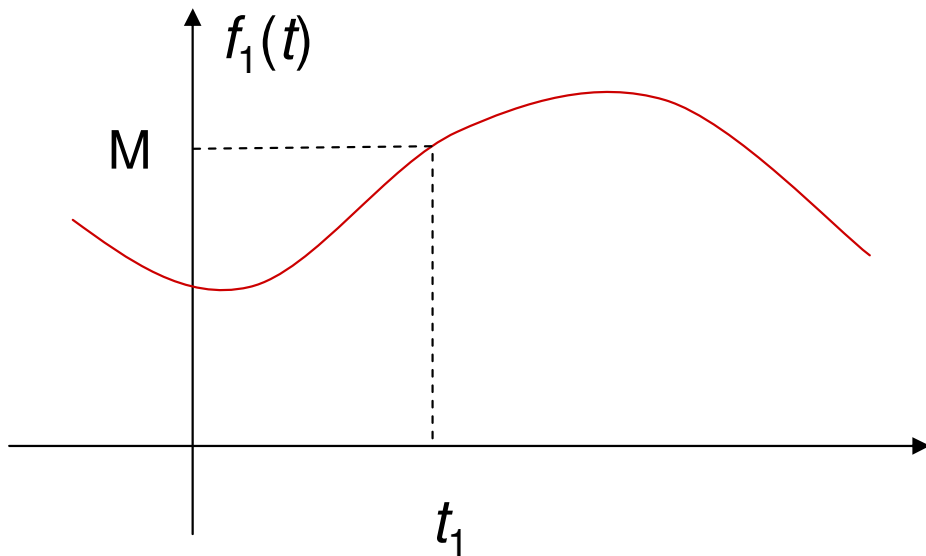
$$\delta(t) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ \infty \\ 0 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} t < 0 \\ t = 0 \\ t > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} \delta(t) \cdot dt = 1$$

Denborak zerora jotzen duenean, pulsu errektangeluarra maila funtzioaren deribatua da.

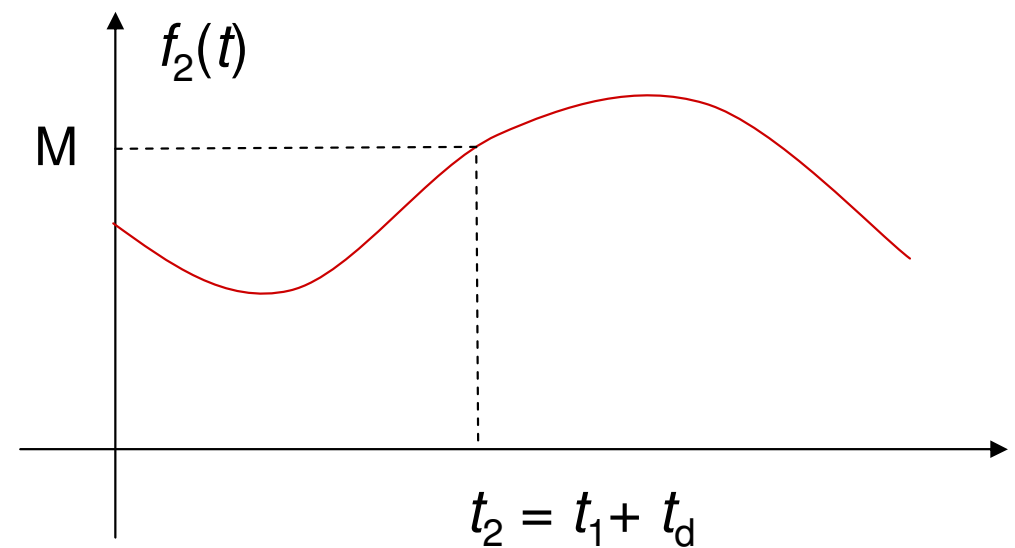


## Denboran zehar desplazatutako funtzioak

Bitez, funtzio bi  $f_1$  eta  $f_2$  berdinak dira baina denboran zehar desplazatuta daude. Edozein aldiunerako ikusten da  $t$  unean  $f_1$  funtzioak hartzen dituen balioak,  $f_2$  funtzioak  $t + t_d$  unean errepikatuko dituela.



$$f_1(t_1) = M$$



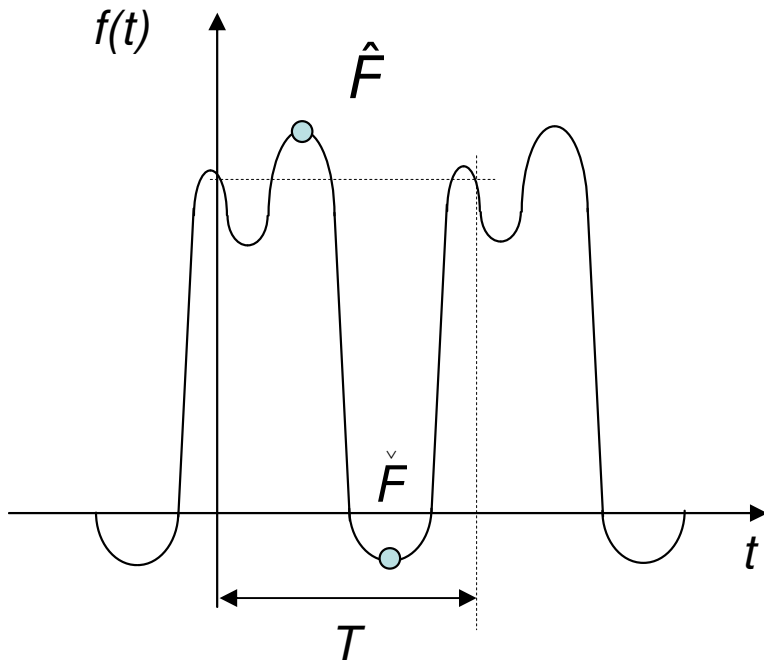
$$f_2(t_2) = M$$

$$t_2 = t_1 + t_d$$

Orokorrean, funtzio biek  $f_1$  eta  $f_2$  ezaugarri berari erantzuten diotenez, nahiz eta denboran zehar desplazatuta egon, izen berarekin izendatzen dira, eta  $f_1(t) = f(t)$  bada orduan  $f_2(t) = f(t - t_d)$  dela, esango dugu.

## 1.5 UHIN FORMA PERIODIKOAK (1)

Uhin-forma bat periodikoa dela esango dugu, bere balioak denbora tarte berdinetik berdinerara eta ordena berdinean, errepikatzen direnean :  $f(t) = f(t+T) = f(t+2T) = f(t+3T) = f(t+4T) = f(t+5T) = \dots = f(t+nT)$ , betetzen delarik.  $T$  denbora tarteari periodoa esaten zaio.

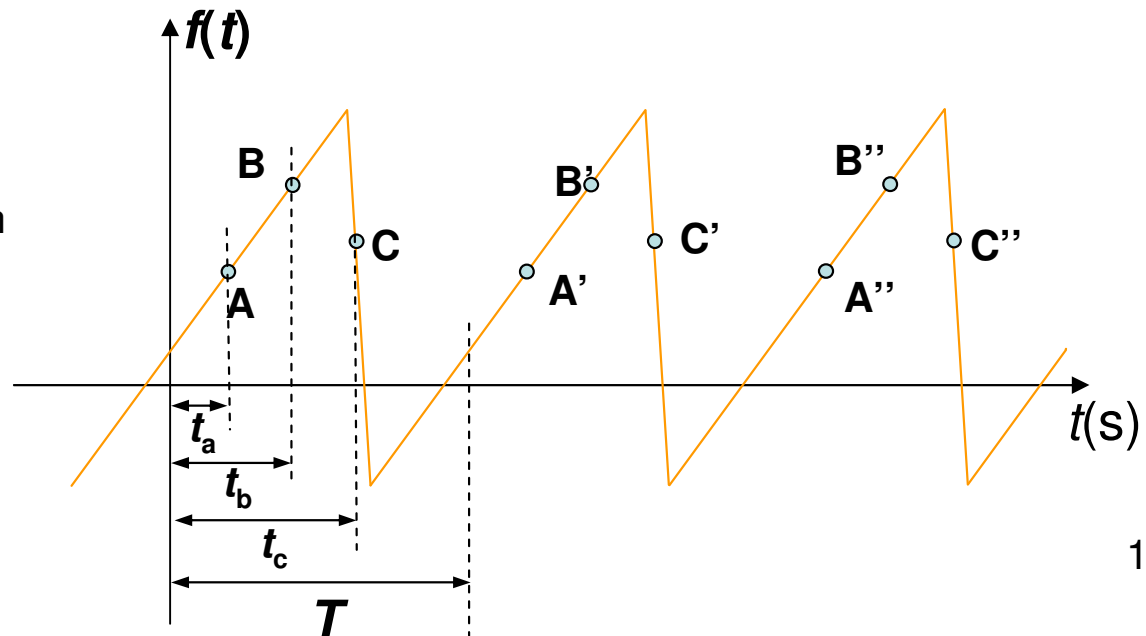


Ziklo berean ez dago fase bera duten puntu bi.

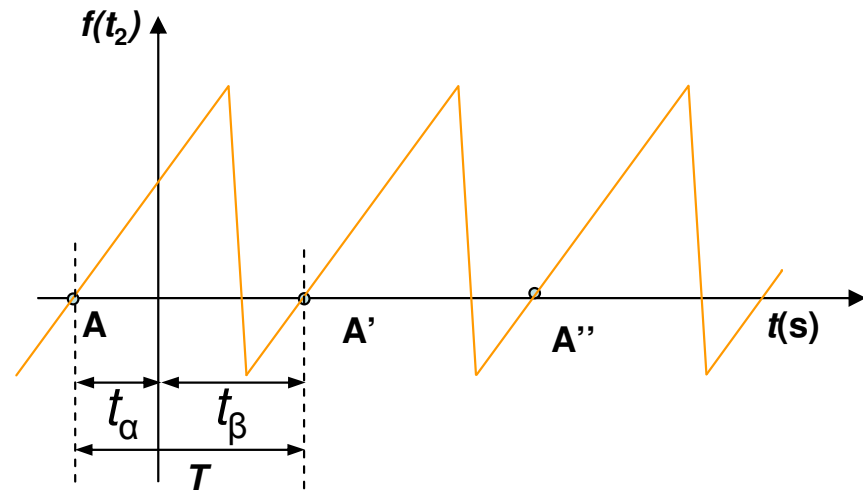
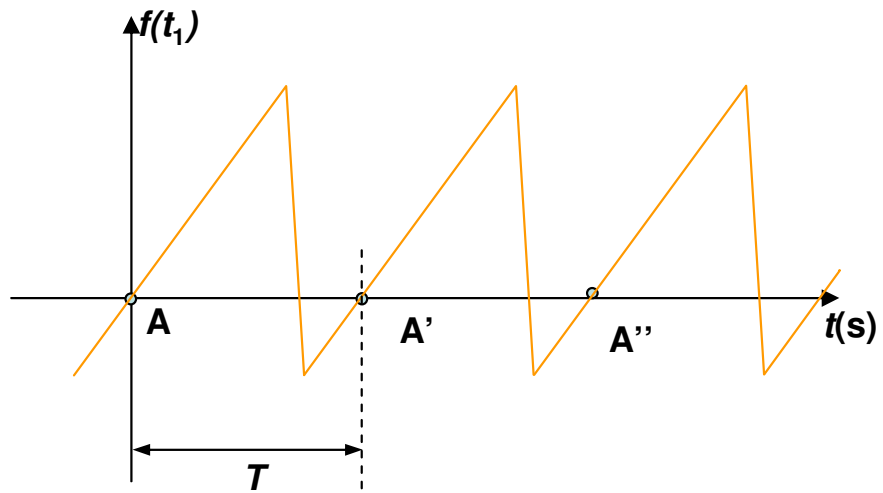
**ZIKLOA.-** Periodo bateko denbora tarteari ( $t$  eta  $t+T$  tarteari) dagokion uhin zatia.

**MAIZTASUNA  $f$ .-** Periodoaren alderantzizkoa da eta ziklo kopurua izango da denbora unitateko .

**FASEA.-** erreferentzia bezala hartutako puntutik aurrera igarotako denbora-tartea uhinaren puntu bakoitzerako. Zikloaren puntu bakoitzak fase bat dauka, periodoz periodo errepikatzen dena.



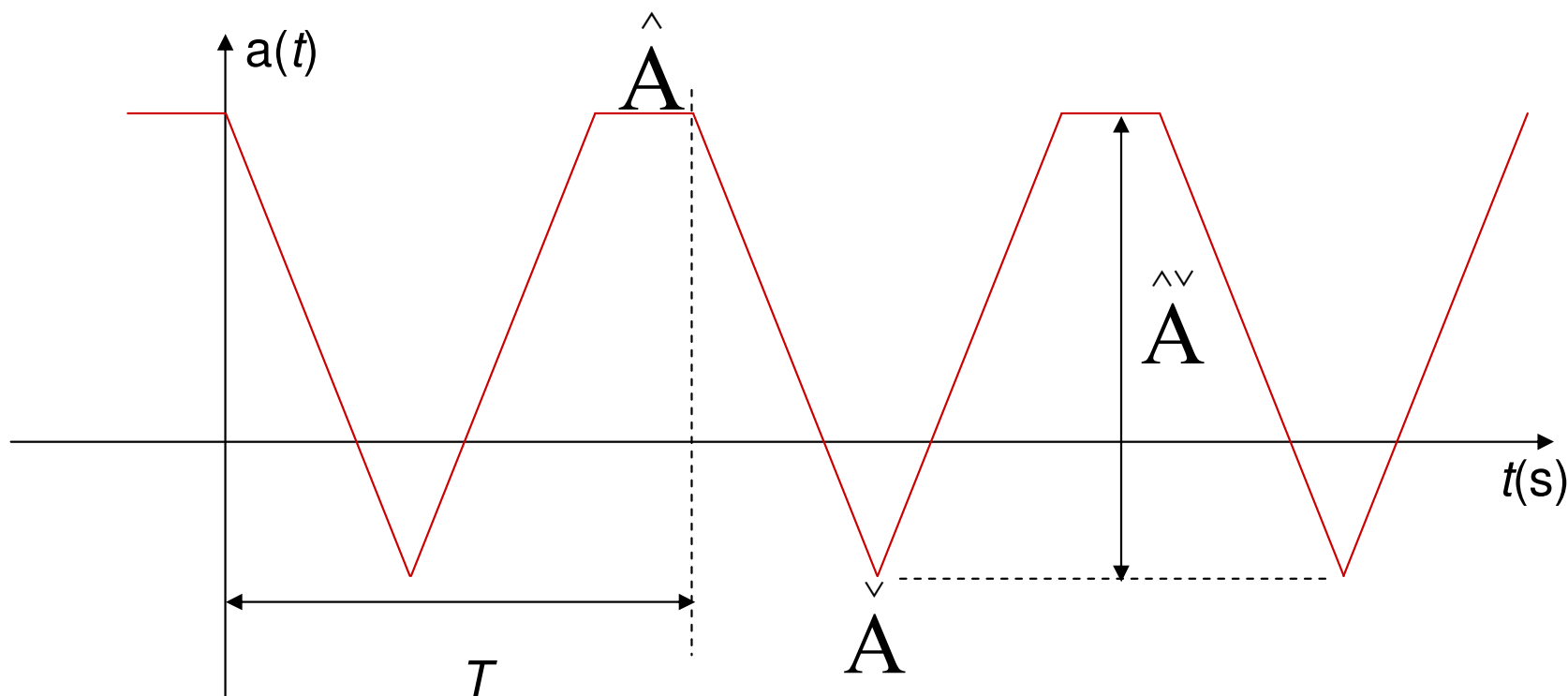
## 1.5 UHIN FORMA PERIODIKOAK (2)



$$t_\alpha < T/2 < t_\beta$$

## 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (1)

Uhin forma periodikoei lotutako balioak



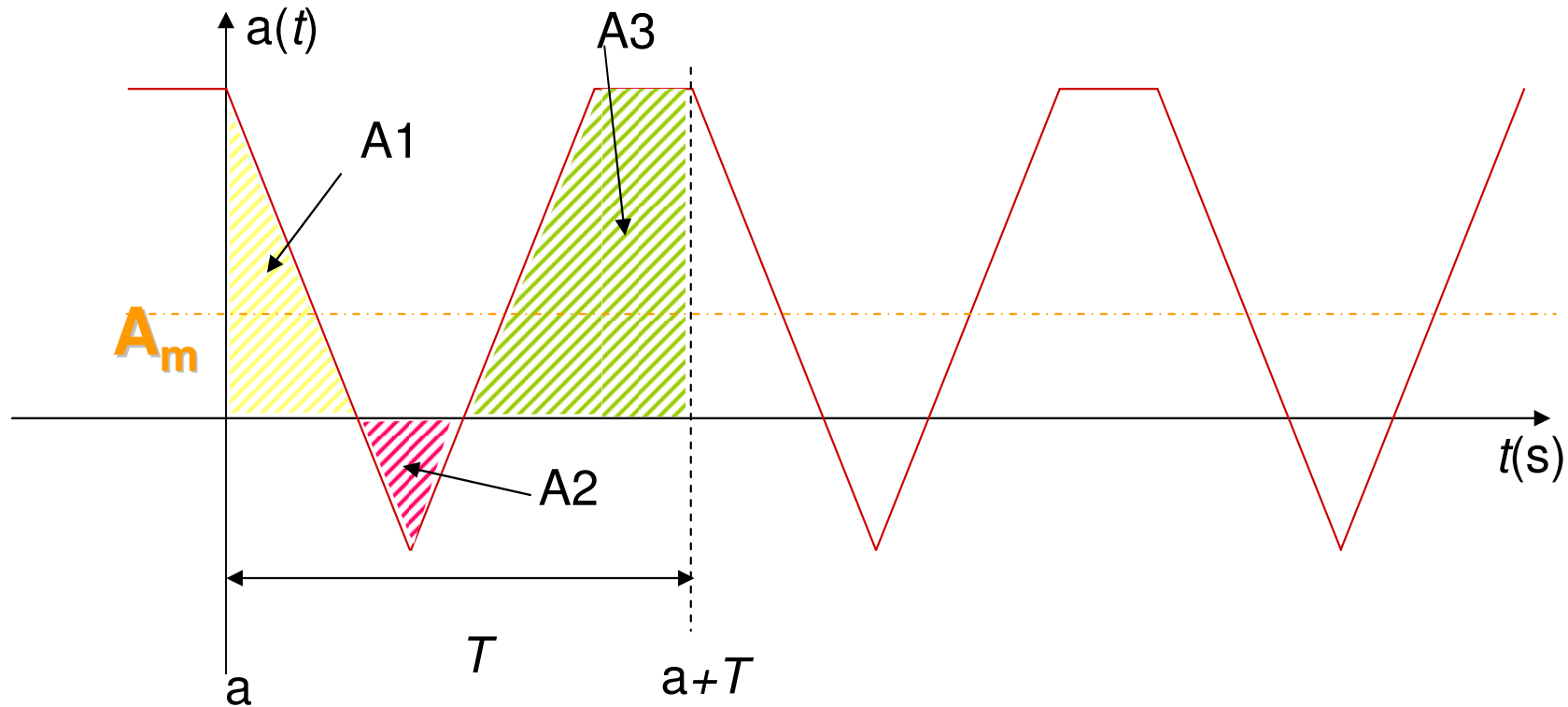
$\hat{A}$  Gailur balioa: Zikloan uhinak hartzen duen baliorik altuena.

$\check{A}$  Haran balioa: Zikloan uhinak hartzen duen baliorik txikiena.

$\hat{\vee}A$  Gailur-haran balioa: Zikloaren gailur balioa eta haran balioaren arteko diferentzia da.

## 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (2)

Uhin forma periodikoei lotutako balioak : BATEZ BESTEKO BALIOA

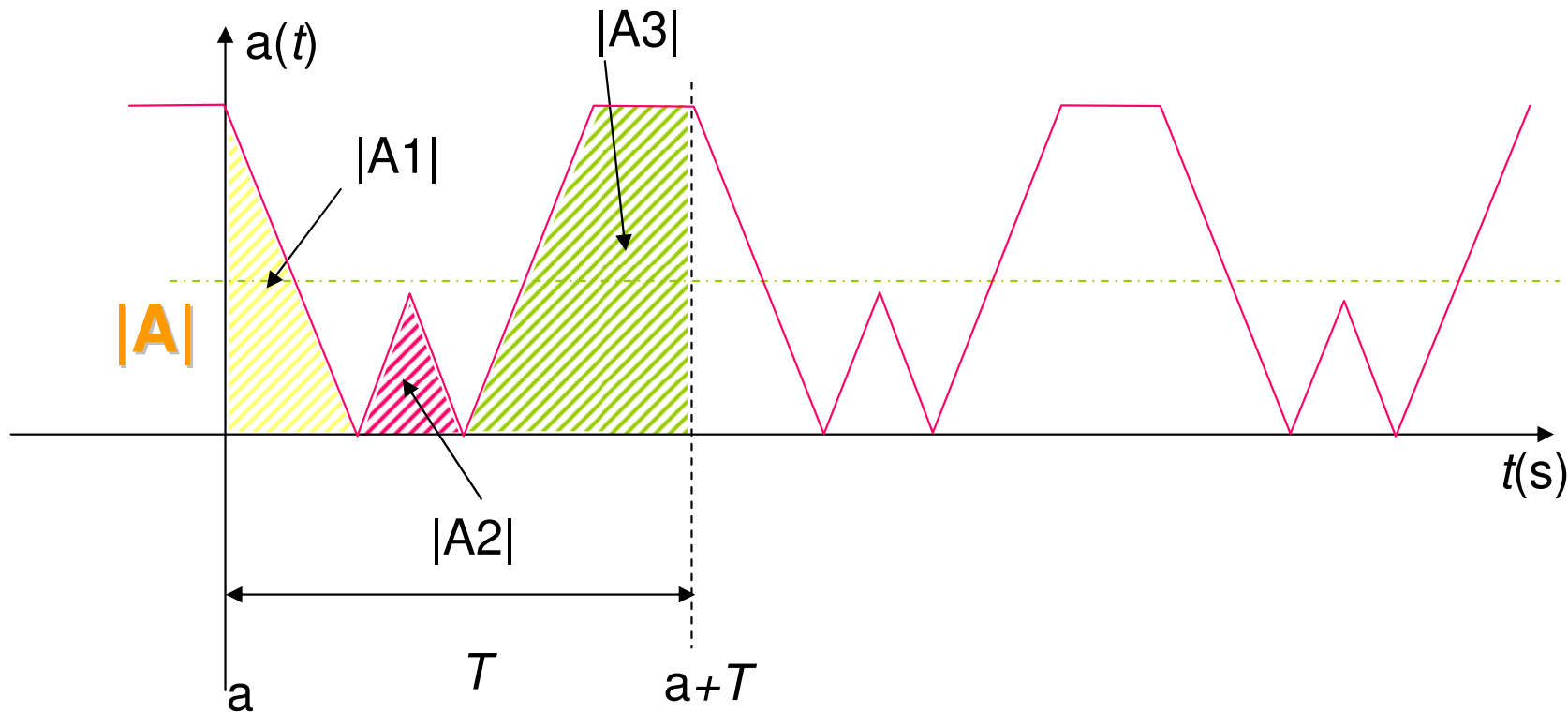


Batez besteko balioa: Periodo batean funtzioaren aldiuneko balioen batez besteko aritmetikoa da. Funtzioaren azalera bera duen laukizuzenaren altuerarekin bat dator.

$$\bar{a} = A_m = \frac{1}{T} \int_a^{a+T} a(t) dt = \frac{1}{T} (A1 - A2 + A3)$$

## 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (3)

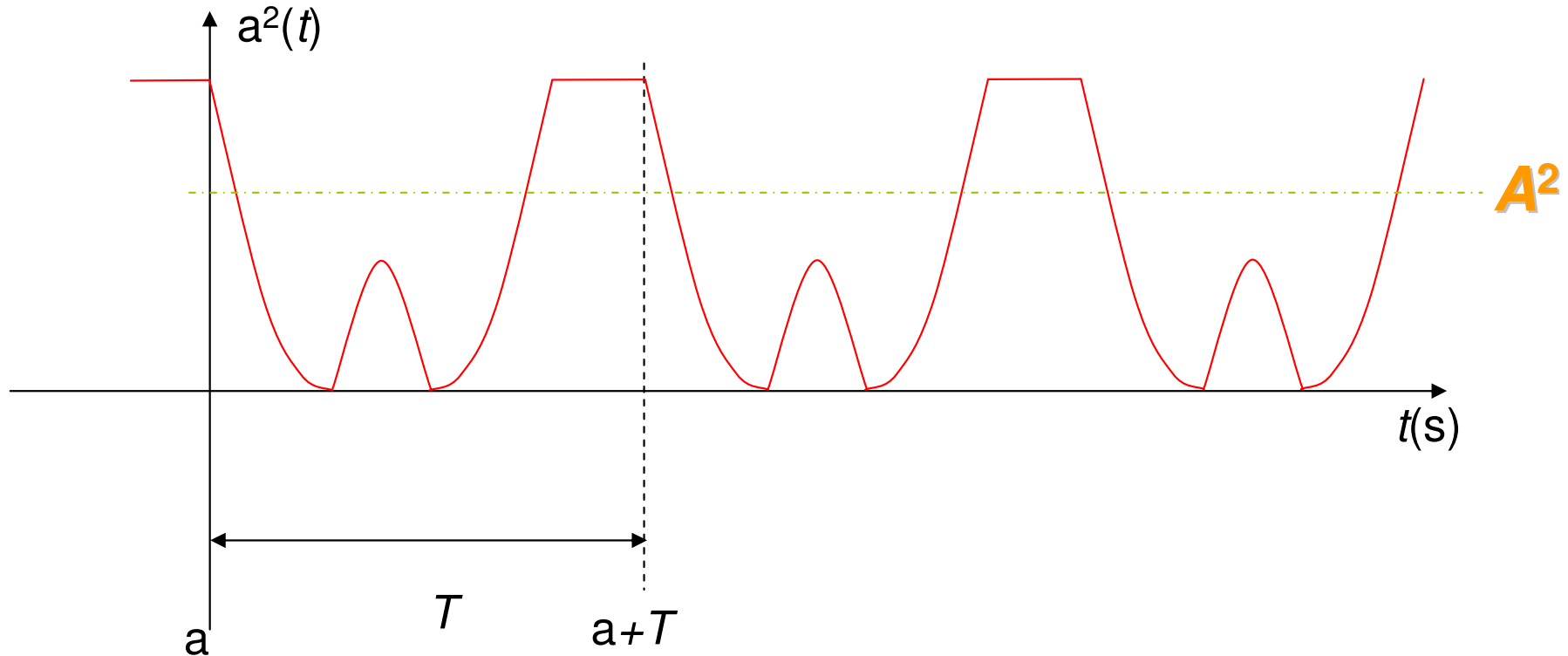
Uhin forma periodikoei lotutako balioak : UHIN ARTEZTUAREN BATEZ BESTEKO BALIOA



Uhin arteztuaren batez besteko balioa: Periodo batean zehar funtzioaren balio absolutuen batez besteko aritmetikoa da. Funtzioak deskribatzen dituen azaleren balio absolutuen baturaren balio bereko azalera duen laukizuzenaren altuerarekin bat dator.

$$\overline{a} = |A| = \frac{1}{T} \int_a^{a+T} |a(t)| dt = \frac{1}{T} (|A1| + |A2| + |A3|)$$

## Uhin forma periodikoei lotutako balioak : BALIO EFIKAZA EDO ERAGINKORRA



Balio eraginkorra: periodo batean zehar uhinaren aldiuneko balioen karratuen batez besteko aritmetikoaren erroa da. Ezin da negatiboa izan eta batez besteko balioa baino handiago edo berdina izango da.

Uhin koadratikoaren ( uhinaren karratua, ikusi irudia) periodo bateko azaleraren balio bera duen laukizuzenaren altueraren erroarekin bat dator.

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_a^{a+T} a^2(t) dt}$$

## 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (5)

Gailur faktorea: Uhin berdinarean, gailur balioa eta balio eraginkorraren arteko erlazioa da.

$$F_C = \frac{\hat{A}}{A}$$

Forma faktorea: Uhin periodiko baten balio eraginkorra eta uhin arteztuaren batez besteko balioaren arteko erlazioa da.

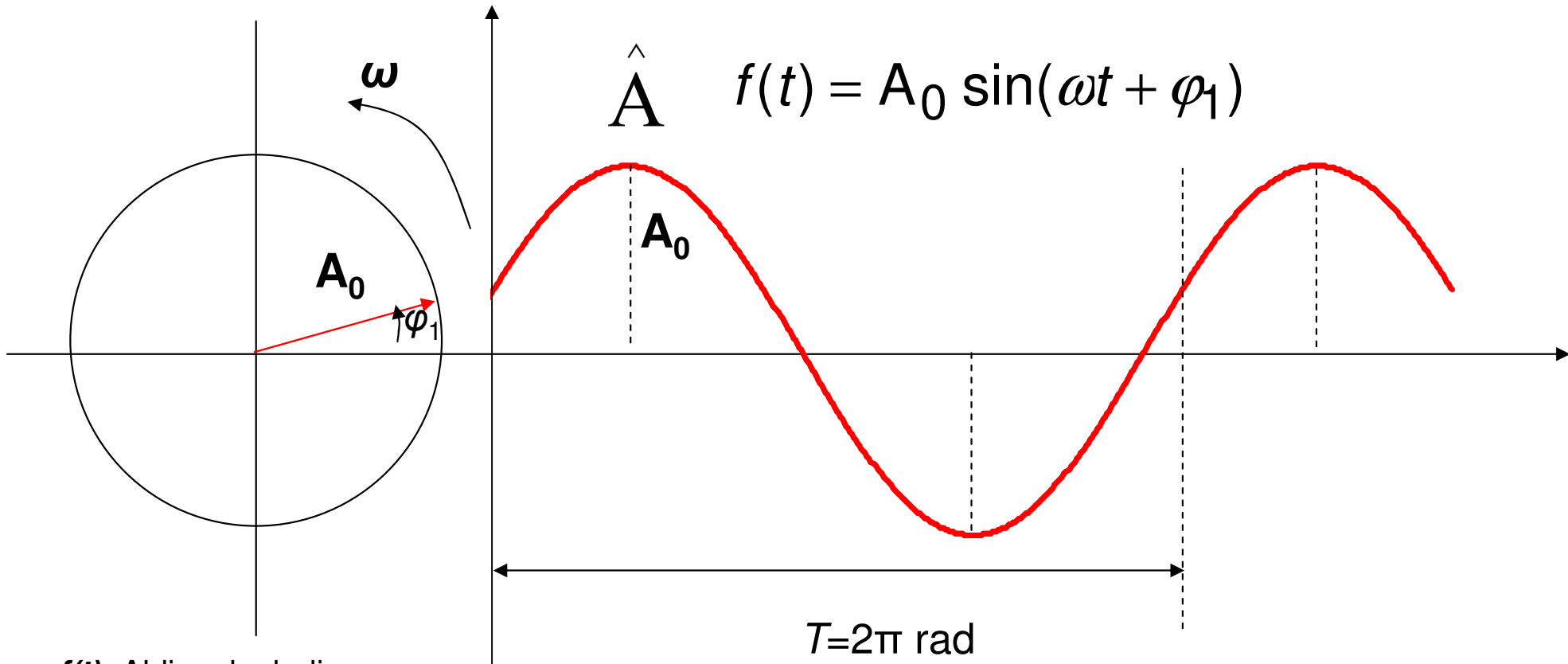
$$K_F = \frac{A}{|A|}$$

Kizkurtasun faktorea edo kizkurtasuna: forma faktorearen karratua ken bat-en erroa da.

$$r = \sqrt{K_F^2 - 1}$$



1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (6)  
UHIN FORMA PERIODIKO SINUSOIDALAK



$f(t)$ : Aldiuneko balioa

**Gailur balioa edo anplitudea:** uhinak periodo batean hartzen duen baliorik handienarekin bat dator.  $A_0$ -rekin izendatzen da; haran balioaren balio absolutuarekin bat dator; eta gailur-haran balioak  $2A_0$  balio du.

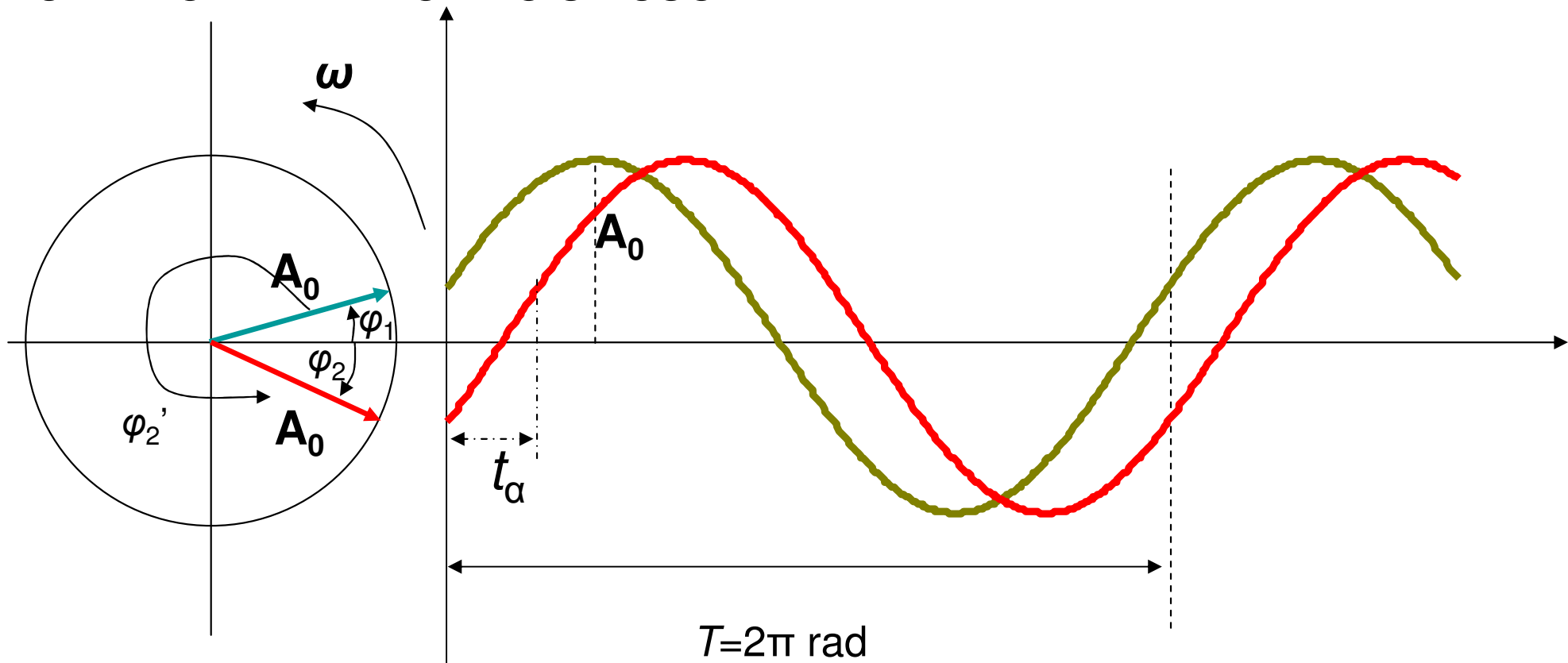
$\omega$ : Pultsazio angeluarra rad/s –tan neurtua.

$\varphi$ : hasierako fase angelua. Jatorritik hartzen da, ezin da  $T/2$  baino handiagoa izan.

$\omega t + \varphi$ : Aldiune bakoitzeko fasea.

Uhin sinusoidaletan **beti** beteko da:  $\omega T = 2\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = T \Rightarrow \omega = 2\pi f$

## UHIN FORMA PERIODIKO SINUSOIDALAK



Faseen bat-etortzea

$$\omega t_1 + \varphi_1 = \omega t_2 + \varphi_2 \Rightarrow t_1 - t_2 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\omega} = \frac{T}{2\pi} (\varphi_2 - \varphi_1) \Rightarrow \varphi_2 > \varphi_1 \Rightarrow t_2 < t_1$$

Beraz bigarren funtzioa lehenengoarekiko aurreratuta dago. Fase-angelu handiena duen funtzioa aurratzen da angelua  $T/2$  baino handiagoa ez bada, behintzat.

Gure kasuan  $f(t_2)$  funtzioa  $(\varphi_1 + \varphi_2)$  angelua atzeratuta dago  $f(t_1)$ -ekiko.

## 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (8)

### Funtzio mota honen garrantzia

- ✓ Elementu linealez osatutako zirkuitu bat, iturri sinusoidalez kitzikatzen bada, zirkuituko aldagai guztiak funtzio sinusoidalak izango dira, maiztasun berekoak baina anplitude eta hasiera fase-angulu desberdinekoak.
- ✓ Sinusoidalen batura, beren deribatuak eta integralak maiztasun bereko funtzio sinusoidalak dira.
- ✓ Sortzen errazak dira, eta transformadoreen bidez anplitudea erraz alda dakiekeenez, garraioa tentsio altuan eta korrante baxuekin egin daiteke, korrante zuzeneko garraiorekin alderatuz galera gutxiago egongo direlarik.

### Uhin forma periodiko sinusoidalei lotutako balioak

Batez besteko balioa

$$\bar{a} = A_m = \frac{1}{T} \int_0^T A_0 \cdot \sin(\omega t) dt$$

Denboraren eremutik angeluaren eremura :

$$\bar{a} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} A_0 \cdot \sin(\alpha) d\alpha = -\frac{1}{2\pi} [A_0 \cos(\alpha)]_0^{2\pi} = -\frac{A_0}{2\pi} [1 - 1] = 0$$

Uhin arteztuaren batez besteko balioa

$$|\bar{a}| = |A_0 \cdot \sin \omega t|$$

$$|\bar{a}| = \frac{1}{T} \int_0^T |A_0 \cdot \sin \omega t| dt \xrightarrow{\text{denboraren eremutik angeluaren eremura}} |\bar{a}| = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |A_0 \cdot \sin \alpha| d\alpha$$

Uhin arteztuaren periodoa  $\pi$  denez, integrazioa 0 eta  $\pi$  artean egingo dugu :

$$|\bar{a}| = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} |A_0 \cdot \sin \alpha| d\alpha = -\frac{1}{\pi} [A_0 \cos \alpha]_0^{\pi} = -\frac{A_0}{\pi} [-1 - 1] = \frac{2A_0}{\pi}$$

## 1.6 UHIN FORMA PERIODIKOEI LOTUTAKO BALIOAK (9)

Balio eraginkorra

$$a^2(t) = A_0^2 \cdot \sin^2 \omega t;$$

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_0^2 \cdot \sin^2 \omega t \cdot dt} \xrightarrow{\text{denboraren eremutik angeluaren eremura}} A = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} A_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot d\alpha}$$

Uhin kuadratikoen periodoa  $\pi$  denez integrazioa 0 eta  $\pi$  artean egingo dugu :

$$A = \sqrt{\frac{A_0^2}{\pi} \int_0^{\pi} \left( \frac{1 - \cos 2\alpha}{2} \right) d\alpha} = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$$

Gailur faktorea

$$F_C = \frac{A_0}{\frac{A_0}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2}$$

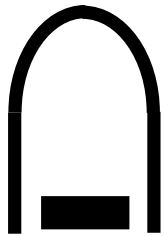
Forma faktorea

$$K_F = \frac{\frac{A_0}{\sqrt{2}}}{\frac{2A_0}{\pi}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}}$$

Kizkurtasun faktorea

$$r = \sqrt{\left( \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \right)^2} - 1 = 0,48$$

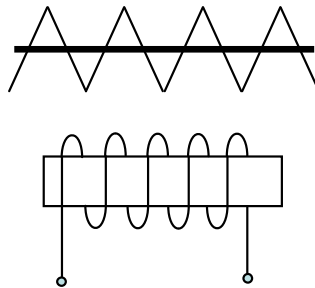
Neurketa tresna analogikoetan agertzen diren ikurren esanahia:



**KOADRO MUGIKORRA**

BATEZ BESTEKO  
BALIOA

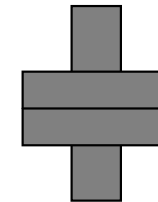
(polaritatea dauka)



**BURDINA MUGIKORRA**

BALIO ERAGINKORRA

(ez dauka polaritaterik)



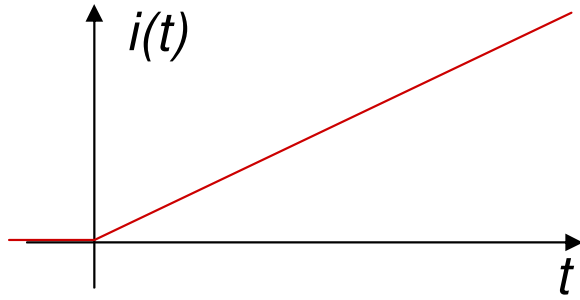
**ELEKTRODINAMIKOA**

TENTSIO ETA  
KORRONTEAREN  
BIDERRADURAREN BATEZ  
BESTEKO BALIOA.

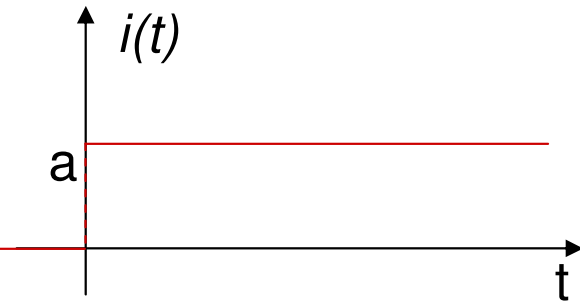
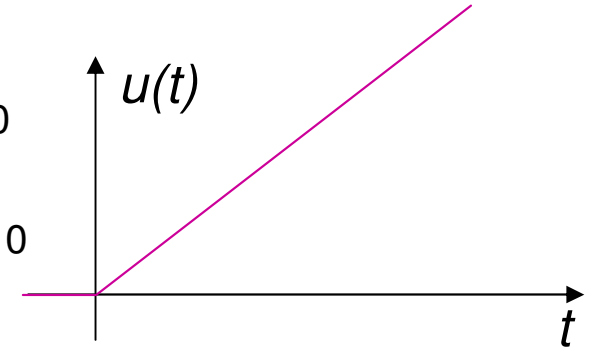
(polaritatea dauka)

# ERRESISTENTZIA

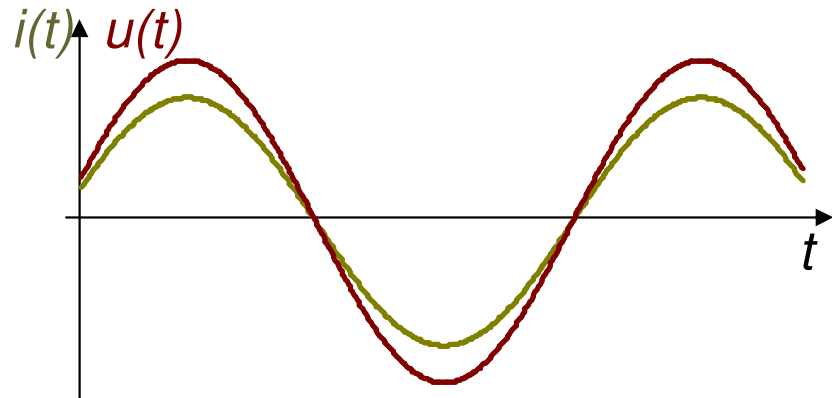
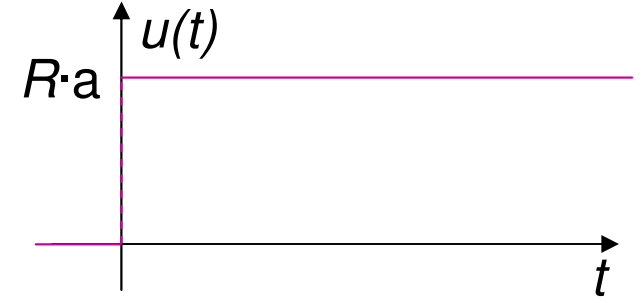
$$u(t) = R \cdot i(t)$$



$$i(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ a \cdot t & t \geq 0 \end{cases} \Rightarrow u(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ R \cdot a \cdot t & t \geq 0 \end{cases}$$



$$i(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ a & t > 0 \end{cases} \Rightarrow u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ R \cdot a & t > 0 \end{cases}$$

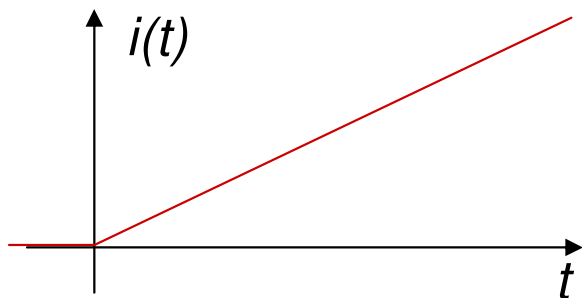


$$i(t) = I_0 \sin(\omega t + \varphi_1) \Rightarrow u(t) = R \cdot I_0 \sin(\omega t + \varphi_1)$$

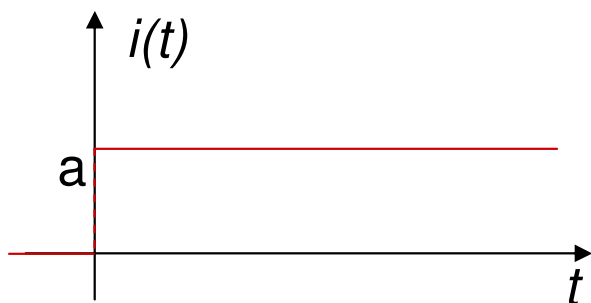
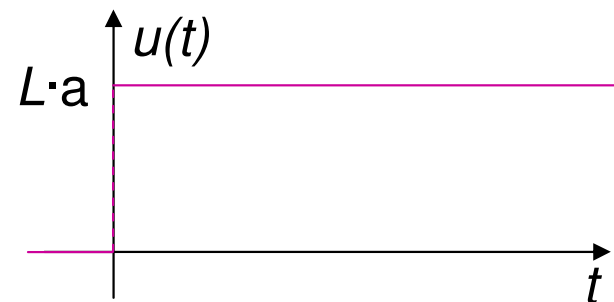
Uhin alterno sinusoidalez elikatutako erresistentzia batean, tentsioa eta korronea fasean daude.

**HARILA**

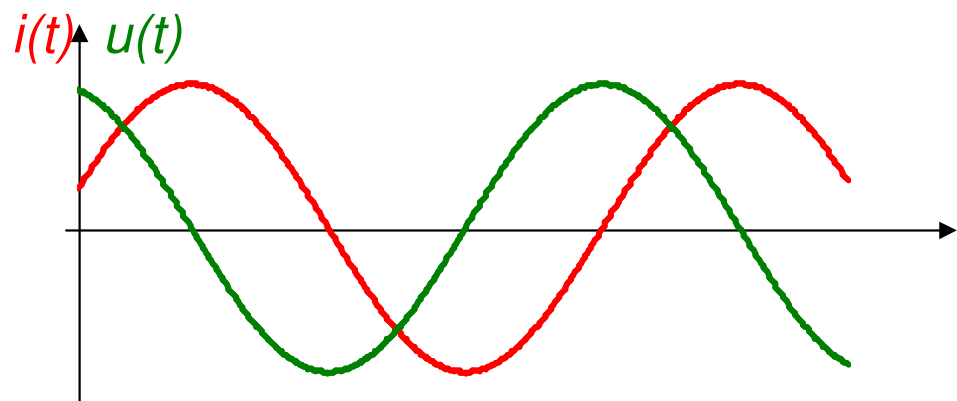
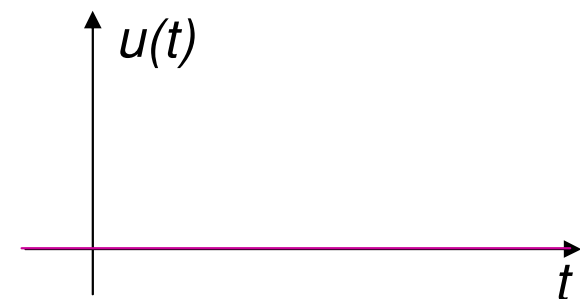
$$u(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$



$$i(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ a \cdot t & t \geq 0 \end{cases} \Rightarrow u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ L \cdot a & t > 0 \end{cases}$$



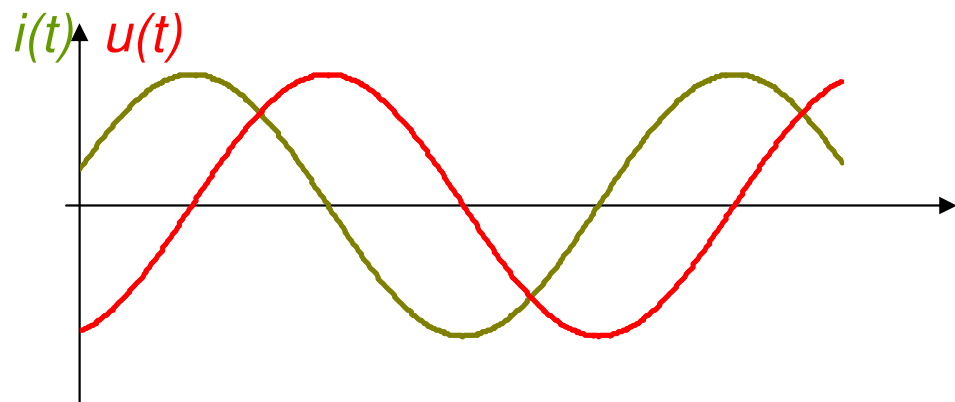
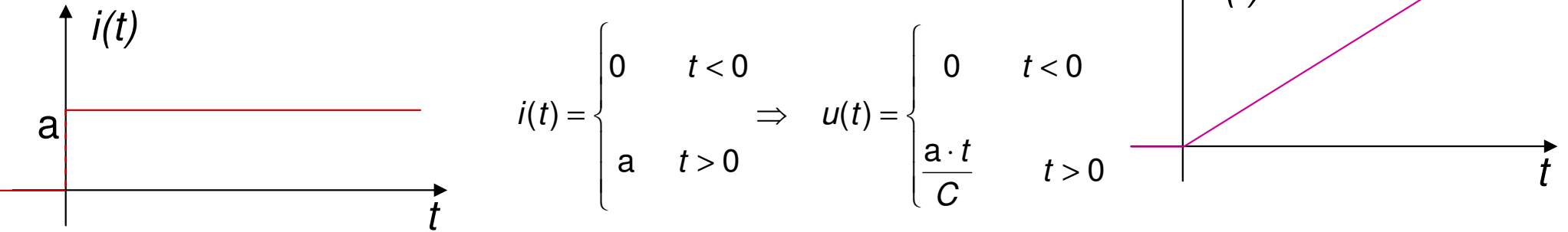
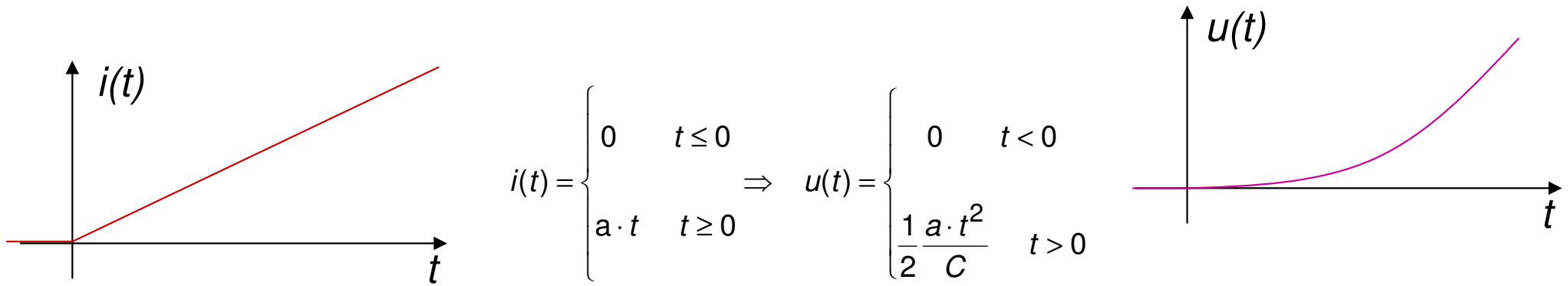
$$i(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ a & t > 0 \end{cases} \Rightarrow u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 0 & t > 0 \end{cases}$$



$$i(t) = I_0 \sin(\omega t + \varphi_1) \Rightarrow u(t) = L \cdot \omega \cdot I_0 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

Uhin alterno sinusoidalez elikatutako haril batean, tentsioa 90° aurreratuta dago korrontearekiko.

**KONDENTSADOREA**  $u(t) = \frac{1}{C} \int i(t) \cdot dt$



$$i(t) = I_0 \sin(\omega t + \varphi_1) \Rightarrow$$

$$u(t) = -\frac{1}{\omega \cdot C} \cdot I_0 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

Uhin alterno sinusoidalez elikatutako haril batean, tentsioa 90° atzeratuta dago korrontearekiko.



## 1.8 BIBLIOGRAFIA

- V.M. Parra Prieto eta beste zenbait, Teoría de Circuitos, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid 1990. I.Gaia eta V.Gaia
- J. Fraile Mora, Electromagnetismo y Circuitos eléctricos, Mc Graw Hill. Madrid, 2005. 3.Kapitulua eta 2. Eranskina.
- Z. Aginako eta beste zenbait, Zirkuituen Teoriako 100 Ariketa, Elhuyar, Usurbil 2006. 1. atala.
- Azaroaren 8ko 88/1967 legea, Espainan Nazioarteko Neurketa Unitateen Sistema S.I. legezko erabilpenekotzat jotzen duena, (1967-11-10).
- Apirilaren 25eko 1257/1974 Dekretua, S.I. delakoaren Nazioarteko unitate sistemaren modifikazioei buruzkoa, Espainian erabilgarria den sistema, eta lege bidez ezarria Azaroaren 8ko 88/1967 legeaz (BOE 1974-5-8).
- Urriaren 27ko 1317/1989 Errege Dekretua, horren bidez, neurketa unitateen legezko sistema ezartzen da BOE (1989-11-3). Akatsen zuzenketa BOE(1990-1-24).
- Azaroaren 20ko 1737/1997 Errege Dekretua, urriaren 27ko 1317/1989 Errege Dekretua modifikatu egiten delarik, zeinak Legezko Neurketa Unitateak ezartzen zituen.
- UNE 82100 Magnitudes y unidades.
- UNE 82103 Unidades SI y recomendaciones para el empleo de sus múltiplos y submúltiplos y de algunas otras unidades.
- UNE 82104 Tratamiento de la información. Representación de las Unidades del Sistema Internacional y de otras unidades en los sistemas con conjuntos de caracteres limitados.