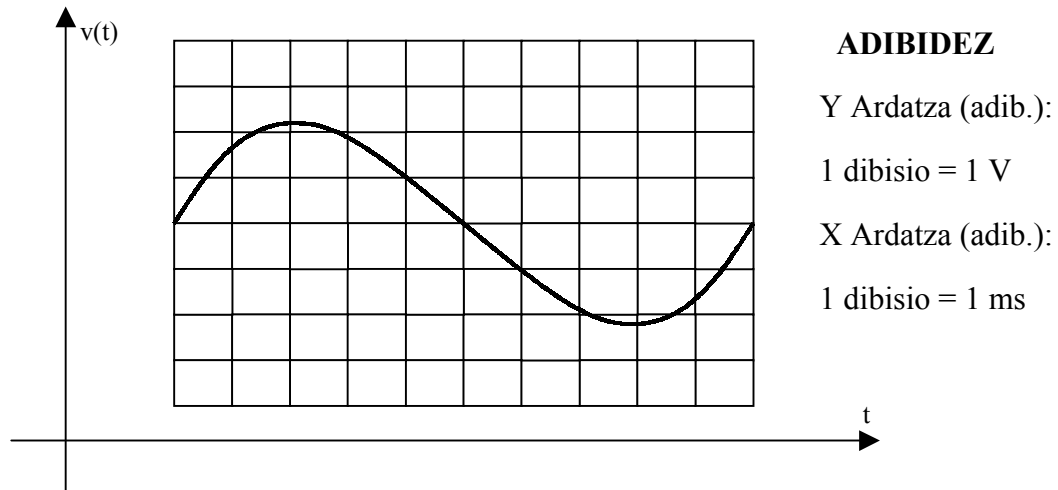


1. SARRERA

Osziloskopia, tentsio batek denborarekin duen aldaketa irudikatzeko tresna da.



4.1 Irudia. Osziloskopiaaren pantailaren irakurketa

Pantaila normalduta dago: luzeran (x ardatza, denboraren ardatza) hamar dibisio ditu eta altueran (tentsioen y ardatzean) zortzi.

Seinalearen irudia ahalik eta ondoen ikus dadin, x eta y ardatzen eskalak aukera daitezke; hau da, bi aginteren bidez dibisio bakoitzari dagokion tentsioa edo denbora alda daitezke

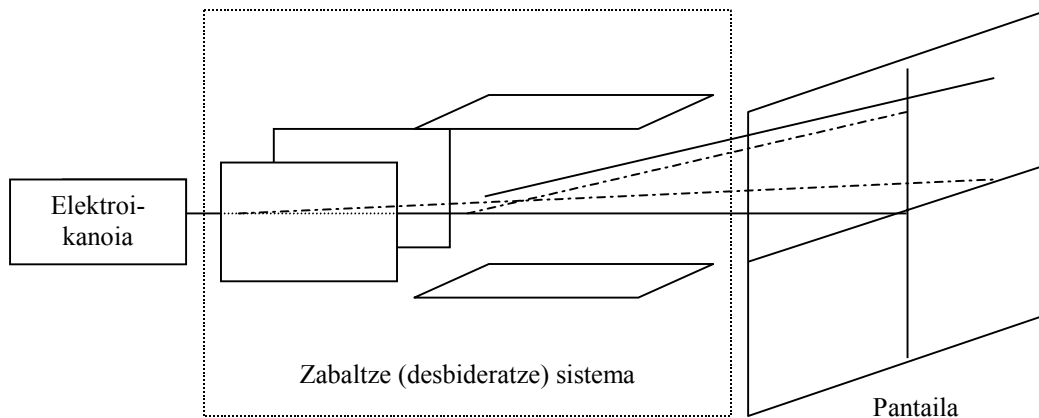
2. OSZILOSKOPIO ANALOGIKOA

2.1 Funtzionamenduaren oinarriak

2.1.1 Izpi katodikoen hodia

Izpi katodikoen hodiak, pantaila batean irudia lortzeko behar den argitasuna - tentsioaren eta denboraren arabera mugituko den elektroizpi bat- sortzen du. C.R.T.-ak hiru osagai ditu:

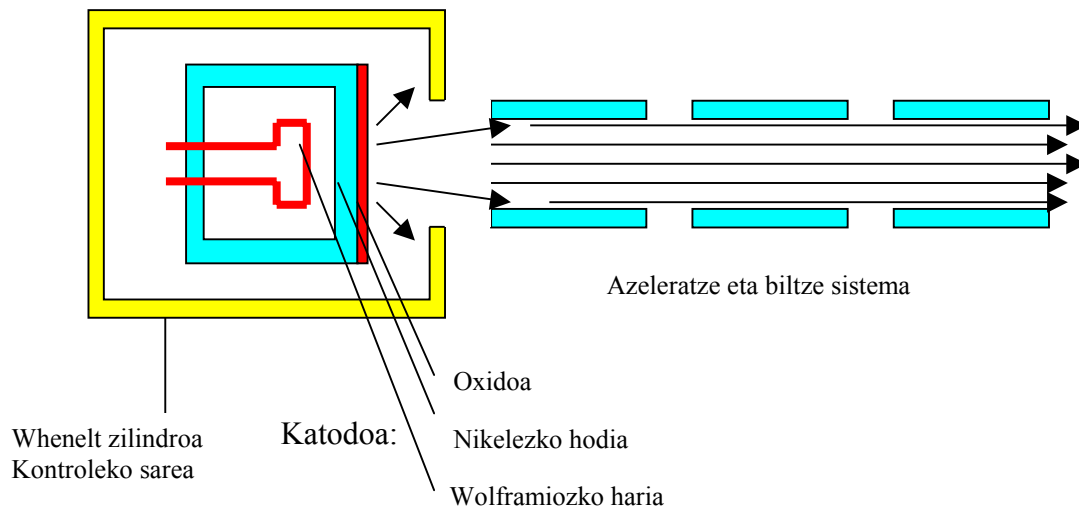
- Elektroizpi-kanoia
- Desbideratze edo zabaltze sistema
- Eta pantaila



4.2 Irudia. Izpi katodikoaren hodiaren eskema

Elektroi-kanoia

Elektroi-kanoiak elektroiak sortu eta izpi batean bildurik igortzen ditu. Horretaz gain, elektroien fluxua (izpiaren intentsitatea) kontrolatzen du.



4.3 Irudia. Elektroi kanoia

Hiru osagai bereizten ditugu:

1. *Katodoa*: Korrante elektriko batez Wolframiozko haria gori-gorian jartzen denean nikelzko zilindroa ere berotzen da eta elektroien batzuk jauzten dira nikeletik (efektu termoionikoa). Oxidoak irtetea errazten du.

2. *Kontrolako sarea edo Whenelt zilindroa*: Baseko gainazala zulatuz daukan zilindro metalikoa da. Irekiera honetatik irteten dira elektroiak. Zilindroan tentsio bat aplikatzean, elektroien fluxua kontrolatzen da ($V < 0 \rightarrow$ zilindroaren barrualdean gerarazten ditu; $V > 0 \rightarrow$ elektroien irteera areagotzen da).
3. *Azeleratze eta biltze sistema*: Estalkirik gabeko zilindro koaxialez osaturikoa, haietan aplikatutako tentsioek sortzen dituzten eremuek, e^- multzoa biltzen dute (pantailaren erdiko punturantz zuzentzen ditu).

Deflexio sistema (zabaltze sistema)

Pantailaren erdiko puntutik nahi dugun desbideraketa lortzeko, bi eremu elektriko sortzen ditugu, bata horizontala eta bestea zuta, bi xafla pare metalikotan tentsio bana aplikatuz (ikusi 4.2 Irudia).

Elektroi fluxu batek eremu elkarzut bat zeharkatzen duenean, jatorrizko abiaduraz gain, eremu elektrikoaren kontrako noranzkoan doan abiadura eta desbideraketa hartzen du. Elektroia, eremua hutsa balitz hartuko lukeen ibilbidetik

Lortutako zabaltzea, aplikatutako tentsioaren eta xaflen sentikortasunaren funtzioa da ($h_y = S \times V_{\text{aplikatua}} = k \times L / d \times V_{\text{aplikatua}}$) (ikusi eranskina).

Pantaila (10 cm. x 8 cm.)

Elektroiek jotzen dutenean argia igortzen duen material fosforeszente batez eraikitzen da.

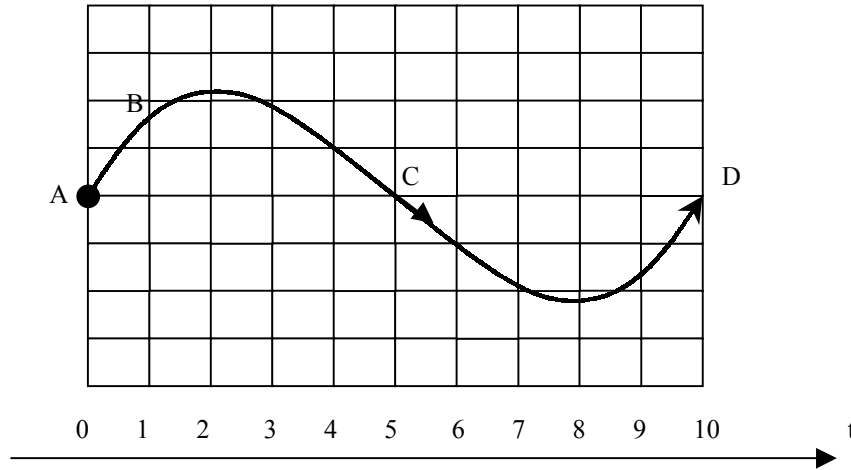
Argitasun horrek denbora zehatz batez irauten du. Definizioz, iraupen denbora edo iraunkortasuna (gaztelaniaz persistencia) argiaren intentsitateak hasierako balioaren $1/e$ baliora jaisteko behar duen denbora da.

Argiaren kolorea materialaren menpe dago.

Argitasunaren iraunkortasunari, ikusmenaren iraunkortasuna gehitzen zaio (nahiz eta argia desagertu, sentazioak denbora batez irauten du).

2.1.2 Irudia lortzen: bloke-eskema orokorra

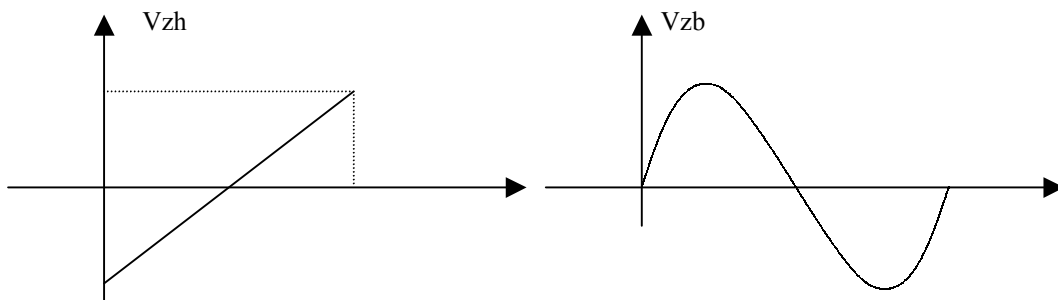
Pantailan 4.4 Irudia lortzeko, xafletan aplikatu behar diren tentsioak beheko taulan azaltzen dira.



4.4 Irudia. Pantailaren ibilbidea (edo erraztatzea) denboran zehar

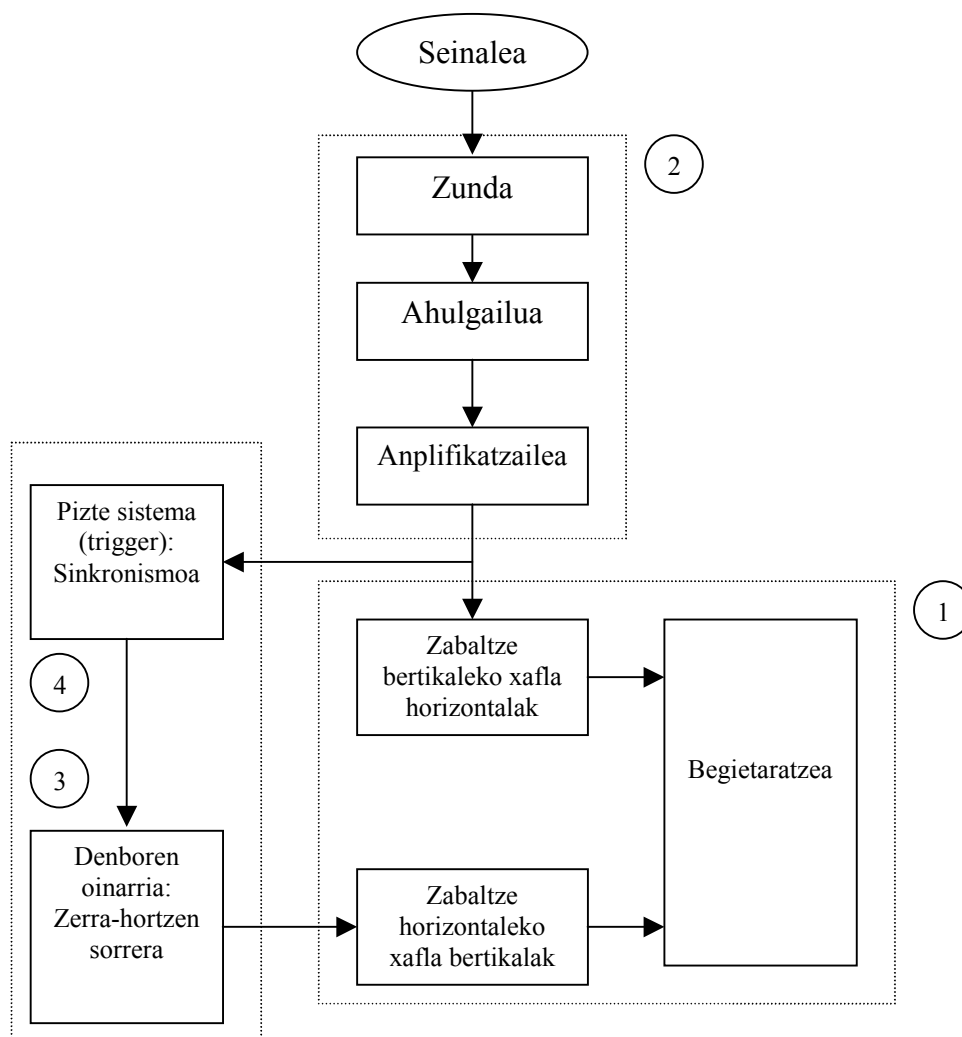
Puntua	t	V_{zab_horiz}	$V_{zab_bertikala}$
A	0	$-5/Szh$	0
B	1	$-4/Szh$	$1.6/Szb$
	2	$-3/Szh$	$2.2/Szb$
	3	$-2/Szh$	$1.8/Szb$
	4	$-1/Szh$	$1/Szb$
C	5	0	0
	...		
D	10	$+5/Szh$	$0/Szb$

Ikustenenez, xafletan bi seinale ezberdin aplikatu behar dira: bertikaletan, seinalearen forma berekoa; xafla horizontaletan, zerra-hortz bat.



4.5 Irudia. Xafletan aplikatu behar diren seinaleen formak

Bi seinale horiek eta, azken batean, pantailako irudia lortzeko, irudian agertzen den eskema erabiltzen da:



4.6 Irudia. Bloke-diagrama

Ikusitako izpi katodikoan hodiaiz gain (1), osziloscopia osatzeko beste bi bloke nagusi behar dira:

- Kanal bertikala (2), zeinek seinalea zabaltze bertikaleko xaflatan aplikatzeko egokitzen baitu. Horretarako, seinalea zirkuitutik zunda batez hartzen da eta ahuldu edo anplifikatu egiten da Y ardatzean eskala doitzeko.
- Kanal horizontala, zeinek zerra-hortz egokiak ekoizten baititu. X ardatzaren eskala kontrolatzeko, iraupena egokitzen da denboren oinarriaz (3). Bi xaflotako seinaleak sinkronizatzeke, zerra-hortzaren hasierako puntua kontrolatzen da trigger sistemaz (4).

2.2 Kanal bertikala

Kanal bertikalak anplitude eta osagai jarraitu oso ezberdinak dituzten seinaleak irudikatzea errazten digu.

Sarrerako seinalearen eta zabaltze bertikaleko xaflen artean dauden zirkuituek osatzen dute kanal bertikala.

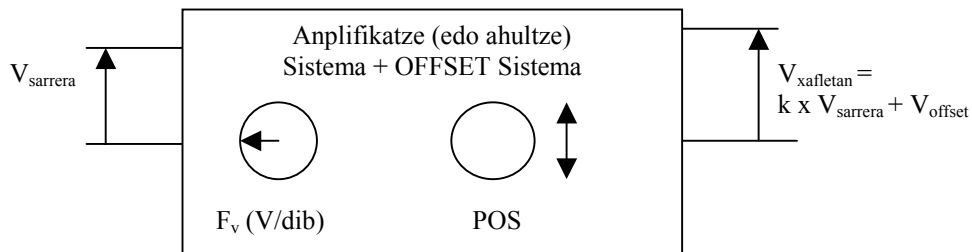
2.2.1 Zabaltze bertikaleko faktorea

Pantailan bertikalki erraz irakurriko den irudia lortzeko (puntatik puntako balioa = 4-7 cm izango duen seinalea lortzeko) sarrerako tentsioa anplifikatu edo ahuldu egin behar dugu xafla horizontaletan aplikatu baino lehen.

Lortzen dugun deflexioa, (cm-tan edo dibisiotan)

$$D = \text{Xaflen Sentikortasuna} \times V_{\text{aplikatua}} = S_{\text{xaflak}} \times K \times V_{\text{sarrera}} = V_{\text{sarrera}} / F_v$$

Xaflen sentikortasuna finkoa da baina K (sarrera eta aplikatutako seinalearen arteko erlazioa) oso erraz alda dezakegu zirkuitu anplifikadore ($K > 1$) edo atenuadoreen ($K < 1$) bidez.



4.7 Irudia. Kanal bertikaleko aginteak

F_v (V/dibisio edo V/cm) faktoreak, *deflexio bertikaleko faktorea* da eta osziloskopioaren aginte batek zehazten du, balio finko multzo batekin (5, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1 V/dib, 50, 20, 10, 5, mV/dib).

[Seinale batek puntatik puntara, deflexio bertikaleko faktore zehatz batekin (F_v), hartzen dituen dibisioak (D_{pp}) jakinez gero berehalakoa da bere puntatik puntako balioa kalkulatzeko: $V_{pp} = F_v$ (V/dib) \times D_{pp} (dibisio)].

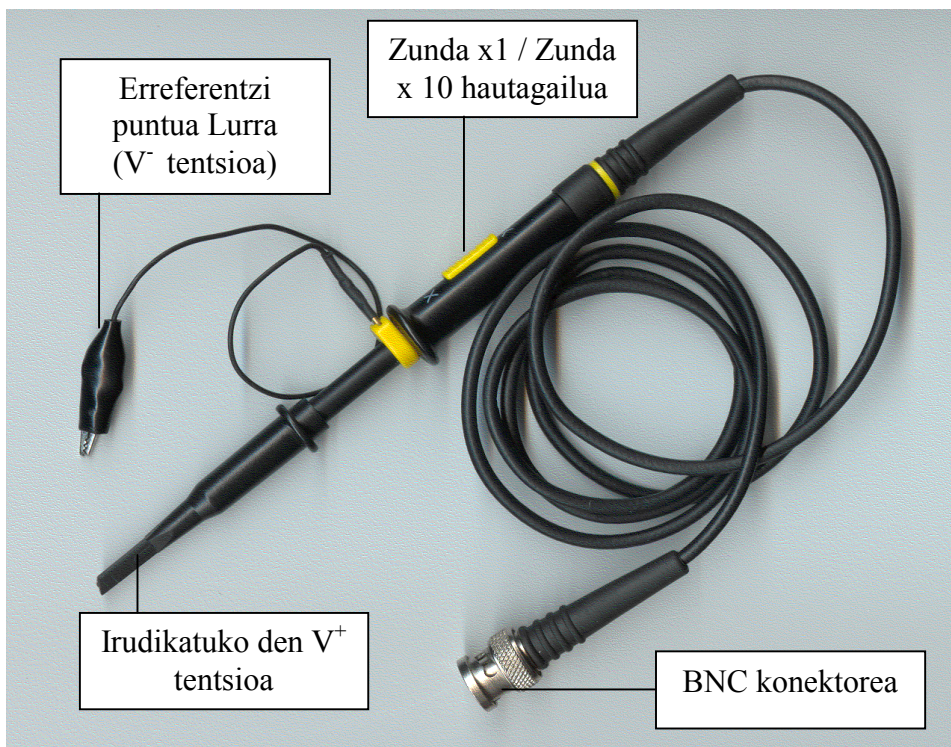
OHARRA: Seinalea gehiegi anplifikatzen bada anplifikadoreak ase daitezke eta distortsioa ager daiteke: seinaleak bere forma galtzen du.

2.2.2 Posizioaren agintea (POS)

Sarrerako tentsioak izan dezakeen osagai jarraituak irudia pantailaren erditik urrun dezake, goitik edo behetik irtenaraziz. Hori dela eta, sarrerako tentsioaz gain, beste tentsio bat aplika daiteke gainezarrita (gehitzen edo kentzen delarik) POS aginteaz.

2.2.3 Sarrerako moduak

Irudikatu behar dugun tentsioa zirkuitutik osziloskopiora eramateko, zunda izeneko kable parea erabiltzen da.



4.8 Irudia. Erabiliko dugun zunda tipikoa

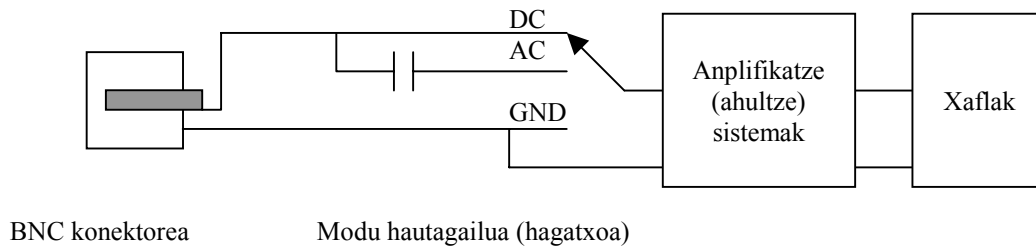
Kable horietako batek bestea biltzen du bere baitan eta osziloskopioaren erreferentzi puntura (lurrera) konektatzen da. Zirkuitura krokodilo baten itxura duen konektoreaz lotzen da puntu elektriko hori.

Zundaren beste kablea xiringa itxurako konektore batez lotzen da zirkuitura.

Osziloskopiora BNC konektoreaz sartzen ditugu bi puntuak.

Pantailan, $V_{xiringa} - V_{krokodiloa}$ agertuko da.

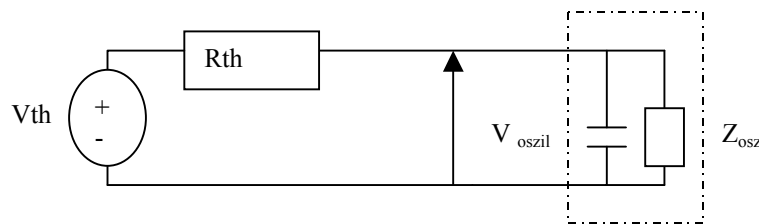
Sarrerako modua hiru motakoa izan daitake (DC, AC eta GND) eta hagatxo batez hautatzen da.



4.9 Irudia. Seinalea irudikatzeko moduen hautaketa

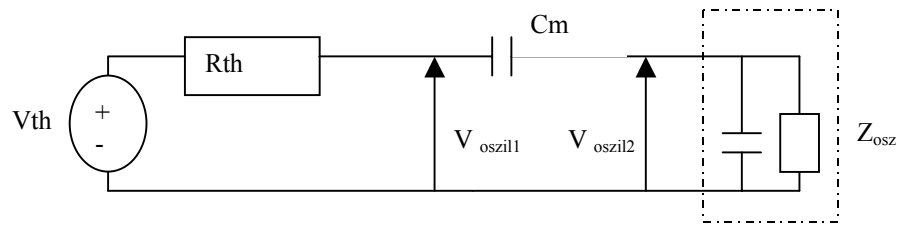
- GND (GROUND, LURRA) moduan, $V = 0$ V seinalea irudikatzen da. POS aginteaz eragiten ari garen desplazamendu bertikala (offseta) kontrolatzen dugu. Lurra non dagoen ikuskatzen dugu.
- DC moduan, seinale osoa sartzen dugu osziloskopiora.

Voltmetroan gertatzen zen bezala, karga errore bat agertuko zaigu osziloskopioak zirkuitutik hartzen duen korrontea dela eta. Osziloskopioaren sarrerako inpedantziak bi osagai ditu $Z_{in\ oszil} = C_{in\ oszil} // R_{in\ oszil}$ non, normalean, $R_{in\ oszil} = 1\ M\Omega$ eta $C_{in\ oszil} = 250\ pF$ diren.



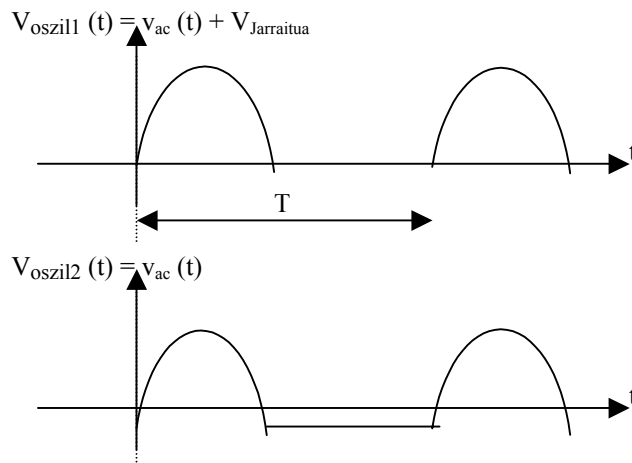
4.10 Irudia. Karga errorea. Zirkuitu baliokidea DC moduan

- AC moduan, oso balio altuko kondentsadore batek ($C_m > 1mF$) seinalearen osagai jarraitua ezabatzen du (kondentsadorean geratzen da). Modu honek, beraz, $|V_{ac}/V_{DC}| \ll 1$ duten seinaleen osagai alternoa era egokian irudikatzeko aukera ematen digu.



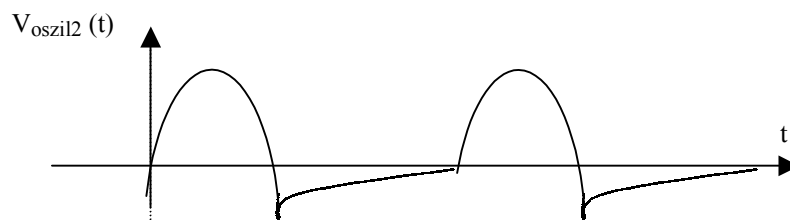
4.11 Irudia. Zirkuitu baliokidea AC moduan

Modu honetan, idealki, zabaltze bertikaleko sistemara heltzen den seinaleak ez du osagai jarraiturik ($V_{oszil2} = V_{oszil1} - \text{Osagai jarraitua}$): pasa-garaiak motako iragazkia dugu (idealki gainontzeko maiztasun guztiak mantenduko lirateke). Horrela gertatzen da normalean (T denbora normalekin) eta C_m kondentsadorean osagai jarraitua jauzten da uneoro ($V_{C_m} = ktea$).



4.12 Irudia. Aurreikusitako irudia (osagai alternoa)

ARAZOA: Osagai alternoak tarte plano luzeak baldin baditu ($T \uparrow \uparrow$ bada), C_m kondentsadorea tentsio horretara moldatzen saiatzen da (V_{oszil2} hutsera eramaten) ($V_{C_m} \neq ktea$).



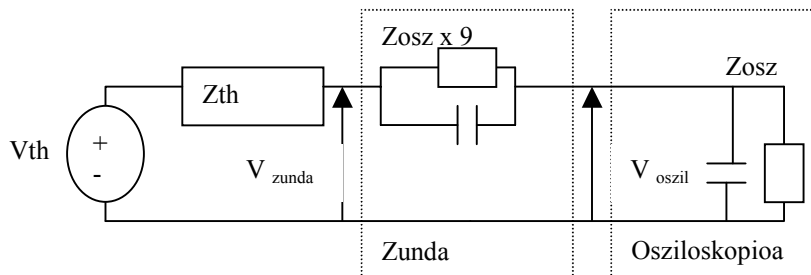
4.13 Irudia. Lorturiko irudi deformatua

2.2.4 Zunda x1 eta zunda x 10 posizioak

Zundaren inpedantziak bi balio har ditzake eta hautagailu batez nahi duguna aukera dezakegu.

Zunda x1 posizioan, zundaren inpedantzia hutsala da eta beraz orain arteko arazoiketek balio digute.

Zunda x 10 posizioan, zundaren (barneko terminalaren) inpedantzia osziloskopioaren inpedantzia x 9 balioa da: normalean $28 \text{ pF} // 9 \text{ M}\Omega$ (hau beti betetzeko, Z_{osz} ezberdinak izan daitezkeenez, osziloskopioen zundak ez ditugu inoiz trukutzen).



4.14 Irudia. Zunda x 10 posizioan dugun zirkuitu baliokidea

Orduan zirkuituak ikusten duen inpedantzia $Z_{osz} \times 10$ izango da. Ondorioz:

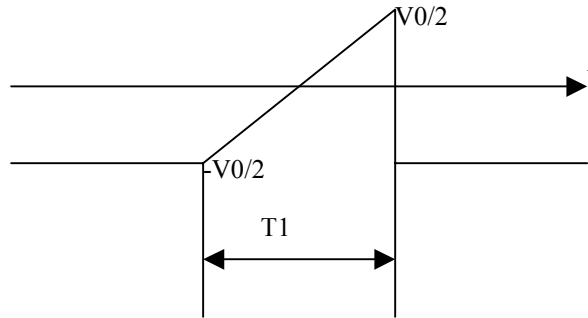
- Osziloskopioan irudikatuko den tentsioa $V_{th}/10$ izango da.
- Karga errorea txikiagotu egiten da.
- Tentsio oso handiak irudikatzea ahalbidetzen digu.
- Geuk biderkatu beharko dugu ($\times 10$) benetako balioa lortzeko.

2.2.5 x5 anplifikadorea

Deflexio-faktore bertikalaren errulearen erdian dagoen botoi batetik tiratzen, irudia, Y ardatzean bost bider zabalagoa egin daiteke. Ondorioz, deflexio faktore berria aurrekoaren bosten bat da.

2.3 Kanal horizontala

Ikusi dugunez, tentsio bat denborarekiko irudikatzeko, zabaltze horizontaleko xaflatan (xafla zutetan) aplikatu behar den tentsioak denborarekiko proportzionala izan behar du.



4.15 Irudia. Zerra-hortza

$V_0/2$, pantailako ardatz horizontalean 5 cm-ko zabaltzea eragiten duen tentsioa izango da. T_1 , pantaila zeharkatzeko (erraztatzeko) behar dugun denbora izango da.

$$\Delta x = S_h \times \Delta V = S_h \times m \Delta t \rightarrow \Delta x / \Delta t = \text{zeharkatze abiadura} = m S_h$$

$$10 \text{ cm} / T_1 \text{ (dib/seg)} \rightarrow BT = T_1 / 10 \text{ dib (seg/dib)}$$

20 aukera inguru daude:

0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20 μs , 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 ms.

2.3.1 Zeharkatze horizontala egiteko modu ezberdinak: Sinkronismoa

Erraztatzea burutzeko hiru aukera nagusi daude: zeharkatze bakarra, askea eta pizturikoa.

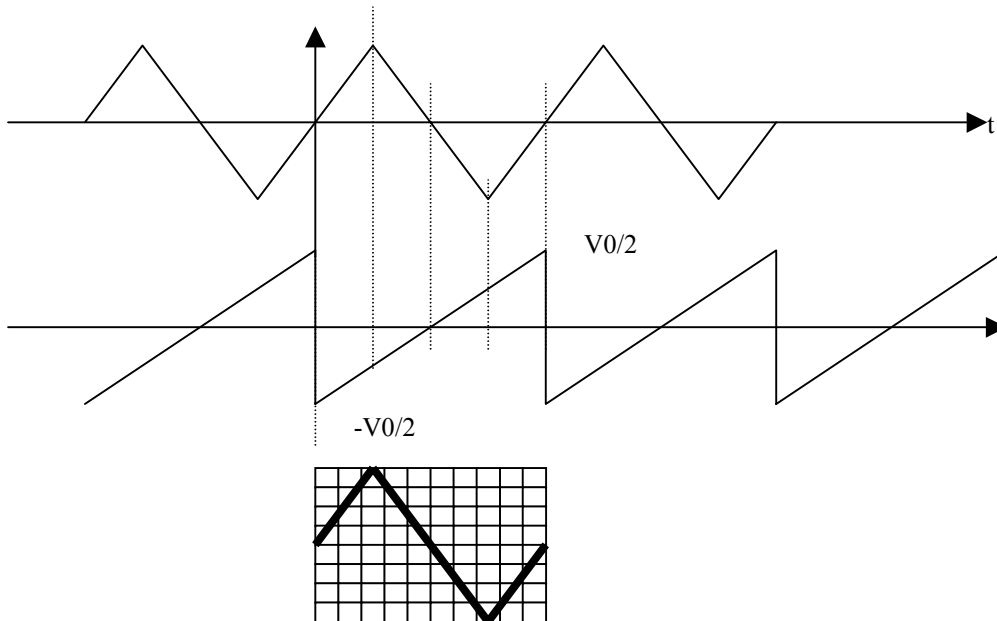
- **Erraztatze bakarra (SINGLE):** Zerra-hortz bakarra baldin badugu, pantaila behin bakarrik zeharkatuko da (horizontalean) eta eraginiko argitasuna handik oso denbora laburrera desagertuko da (pantailaren eta begietako sentazioen iraunkortasunak emango duten denboraz ikusiko dugu seinalea) eta neurketak egitea ezinezkoa litzateke.

Hori dela eta, erraztatze hau ez da normalean erabiltzen.

[Osziloskopio digitaletan, memoria duten osziloskopioetan, bai]

- **Erraztatze askea:** Zerra-hortz bat amaitzen denean, hurrengoa hasten da. Horrela, seinalearen irudia pantailan mantentzen da.

Seinale baten ziklo bat irudikatzeko 4.16 Irudiko zerra-hortzak erabiliko genituzke.



4.16 Irudia. Seinalearen periodo bat (edo bi) irudikatzen

Seinalearen maiztasuna $f = 1 \text{ KHz}$ bada, denboren oinarriak / aginteak, zenbat adierazten du? $T = 1/f = 1 \text{ ms} \rightarrow 10 \text{ cm (edo dibisio)} = 1 \text{ ms} \rightarrow 0.1 \text{ ms / dib}$

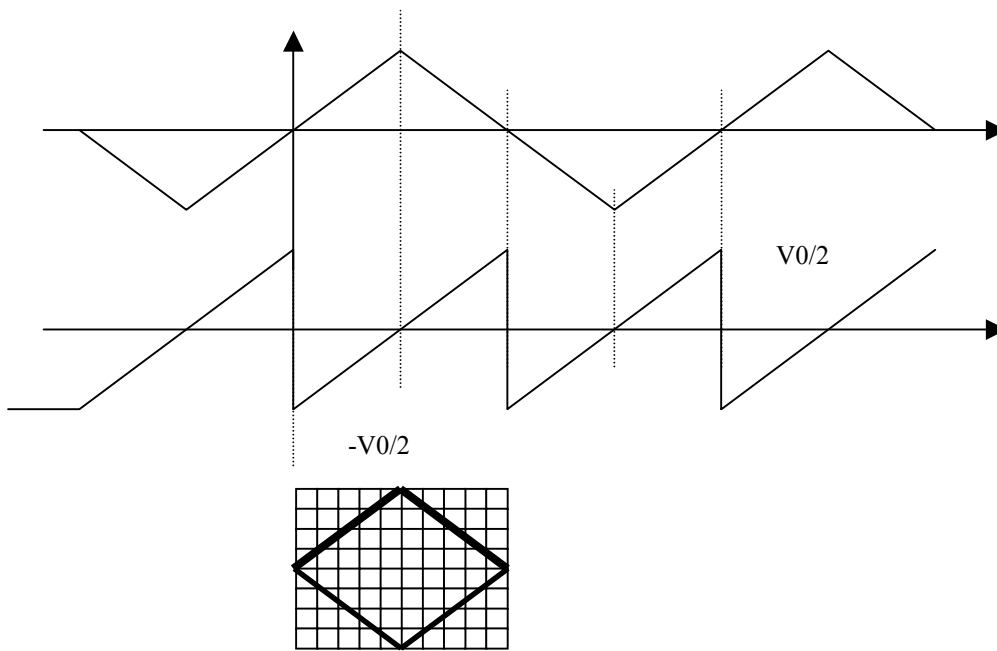
Seinalearen bi ziklo ager daitezen, zerra-hortzaren iraupenak doblea izan beharko du eta beheko irudia antzeko arrazoiketaz lor dezakegu.

Kasu horretan, agintea 0.2 ms / dib posizioan jarriko genuke



4.17 Irudia. Seinalearen bi ziklo irudikatzen

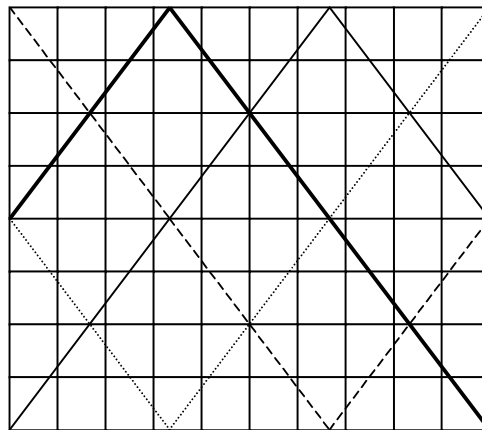
Aldiz, zikloerdi bat irudikatzeko, zerra-hortzaren iraupena erdira jaisten lortuko genukeen irudia ez litzateke bilatzen duguna izango.



4.18 Irudia. Seinalearen ziklo erdi bat irudikatzen

Erraztatze askea, aldiz, ez da ia inoiz erabilgarria izango: bakarrik balio digu seinalearen ziklo osoak irudikatzeko. (Praktikan ez da inoiz erabiltzen)

Adibidez, seinalearen zikloaren $\frac{3}{4}$ irudikatzeko erraztatze askea erabiltzen badugu ...



4.19 Irudia. Sinkronismorik gabeko irudia

Zerra-hortza eta irudikatu nahi dugun seinalea **sinkronizaturik** ez badaude (seinalearen eta zerra-hortzaren periodoen arteko erlazioa osoko zenbakia ez bada), lortzen dugun irudia desinkronizatu egiten da (**sinkronismoa** galtzen dugu) eta irudia ez da “gelditzen”.

[Aurreko kasuan, 4 aldiz erraztatzean hasierako puntu beretik hasten ginen marrazten eta, beraz, lau seinale ikusiko genituzke. Beste batzuetan, ez da inoiz puntu beretik hasten eta pantailan ez da irudi finkorik lortzen].

Ariketa: Zein da aurreko seinale hirukiaren maiztasuna, denboren aginteak $10 \mu\text{s}/\text{dib}$ adierazten badu?

[Emaitza: $\frac{3}{4} T = 10 \text{ dib} \times 10 \mu\text{s}/\text{dib} = 100 \mu\text{s} \rightarrow T = 133 \mu\text{s}; f = 7.5 \text{ KHz}$]

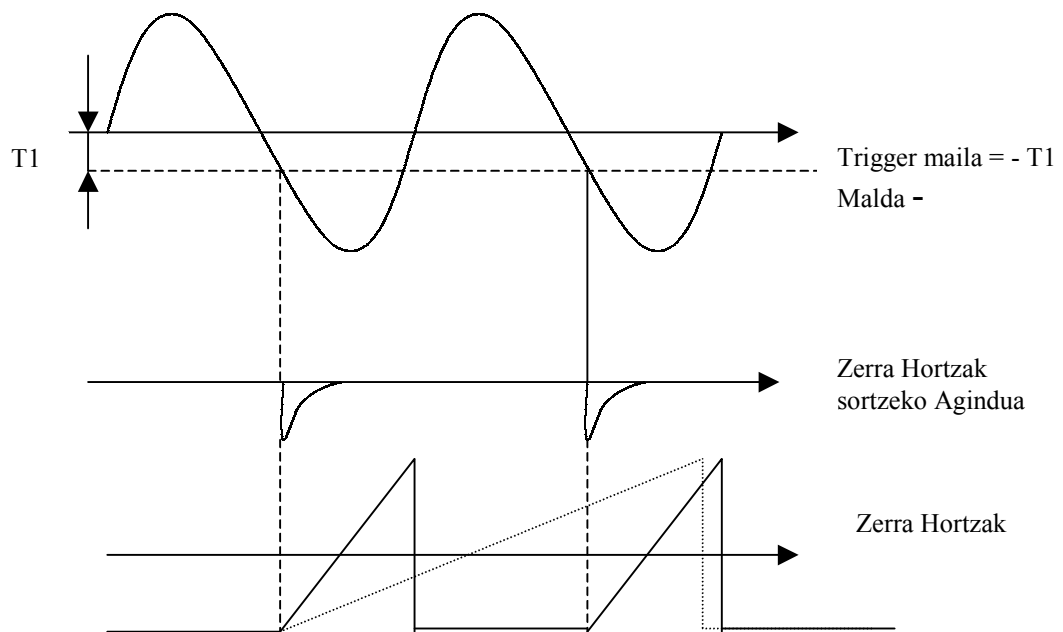
➤ **Pizturiko / desarraturiko erraztatzea:**

Edozein periodotako seinalea irudikatu ahal izateko, zerra-hortza beti seinalearen puntu berean hastea – hau da, **sinkronismoa** - ziurtatzen digun metodo hau erabili ohi da. Pantaila zeharkatzen hasi baino lehen, sistemak seinalearen balio jakin baten zain dago. Seinaleak balio hori joera jakin batekin (malda +/-) hartzean hasten da erraztatzea.

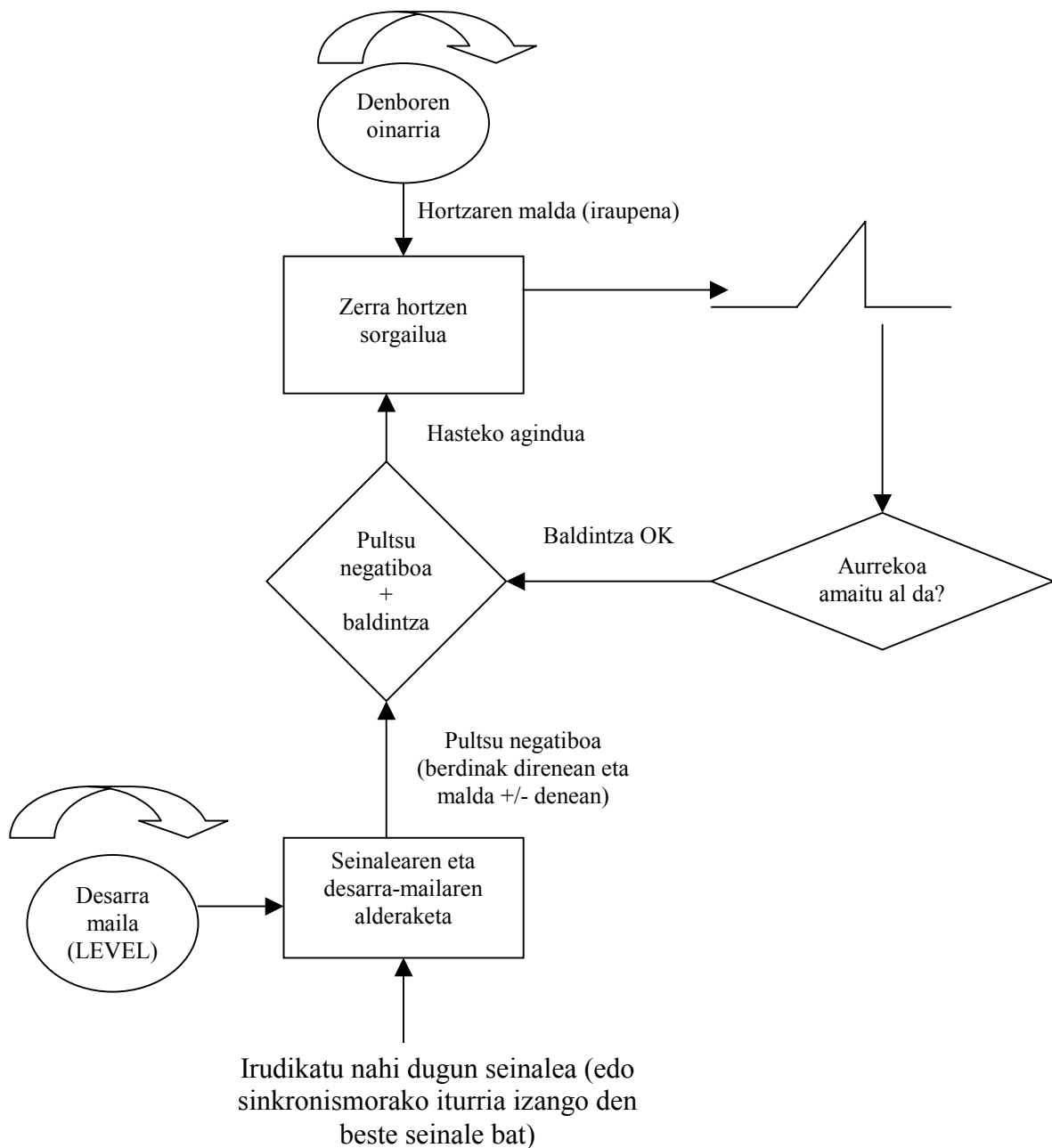
Erraztatzearen hasieran seinaleak hartuko duen balioa geuk finkatzen dugu kanpotik *maila* aginteaz. Tentsio horrek desarra-tentsioa edo pizte-maila du izena (Trigger-LEVEL).

Oharrak:

- Sistema elektronikoa batek alderatzen ditu aldiuneko seinalearen balioa eta finkaturiko trigger maila: bat datozenean, zerra-hortzen sorgailuari hortzak sortzeko agindua bidaliko dio pulsu negatibo baten bidez, baldin eta seinalearen malda hasieran finkaturiko zeinukoa bada +/-.
- Sorgailuak aginduari (pulsu negatiboari) kasu egiteko aurreko hortzak bukatuta egon behar du.



4.20 Irudia. Sinkronismoa lortzen.



4.21 Irudia. Sinkronismoa lortzeko blokeen diagrama

Sinkronismorako erabiliko den seinalea, irudikatu nahi dugun seinalea izango da normalean. Batzuetan, ordea, beste seinale bat aukeratu ahal izango dugu. Horretarako aukera -sinkronismorako erreferentzia edo iturria (Source) izango den seinalea hautatzeko aukera- SOURCE aginteak (hagatxo edo botoiak) emango digu.

2.3.2 Modu normala eta modu automatikoa

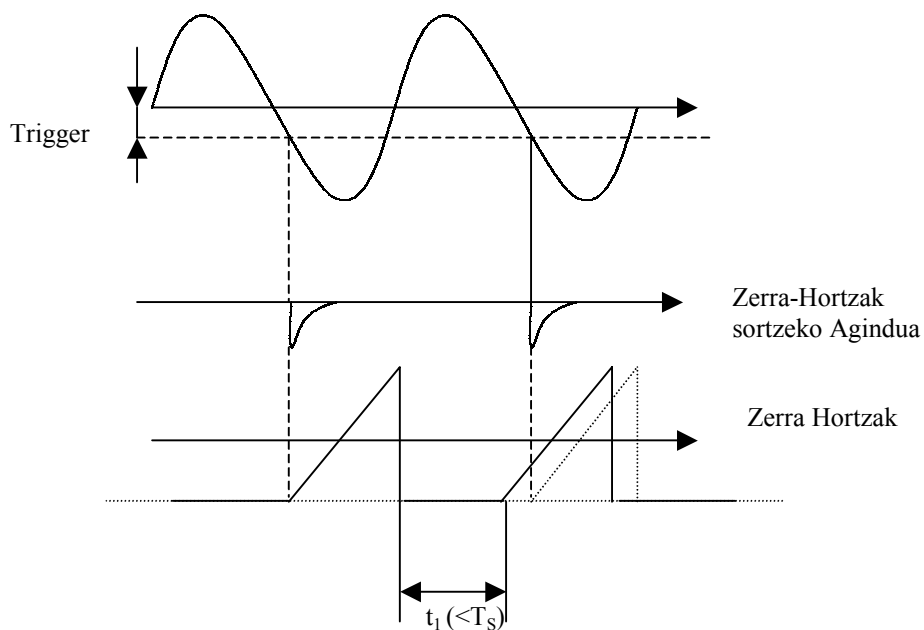
Orain arte ikusi duguna, **funtzionatzeko modu normala** (NORMAL) zen (nahiz eta normalean ez den erabiltzen). Gerta liteke, aldiz, seinaleak desarra maila inoiz ez hartzea. Orduan, ez legoke zerra-hortzik ez eta irudirik ere (pantaila ez litzateke inoiz zeharkatuko).

Horrelako egoera saihesteko **modu automatikoa** erabiltzen da. Modu normalak bezala lan egiten du gehienetan. Automatikoan, aldiz, (t_1) jakineko denbora luze batean desarratzerik gertatzen ez denean, AUTO izeneko zirkuitu batek bidaltzen du zerra-hortza sortzeko agindua. Modu hau da, hain zuzen ere, *normalean* erabili ohi dena.

Beraz, AUTO zirkuituaren *sarrera* sinkronismo pultsuak eta bere *irteera* sortzeko agindua izango dira.

Pulstu automatiko hauen maiztasuna (beraien arteko denboraren inbertsoa) AUTO zirkuituak -osziloskopioak berak- erabakitzen du eta, ondorioz, ez da, txiripaz ez bada, bat etorriko seinalearen maiztasunarekin. Beraz, AUTO zirkuituak ez du sinkronismoa lortzen; bai, ordea, pantailan zerbait -gelditzen ez den irudi bat- agertzea eta beraz seinalerik badagoela adierazten digu; eta trigger maila aldatu behar dugula.

Badu, ordea, **arazo bat**: irudikatu nahi dugun **seinalearen maiztasuna oso baxua denean**, AUTO zirkuituari desarra-pultsuen artean dagoen denbora (kasu honetan T_s , seinalearen periodoa) luzeegia iruditzen zaio eta -trigger maila egokia izan arren- sinkronismoa galarazten digu.



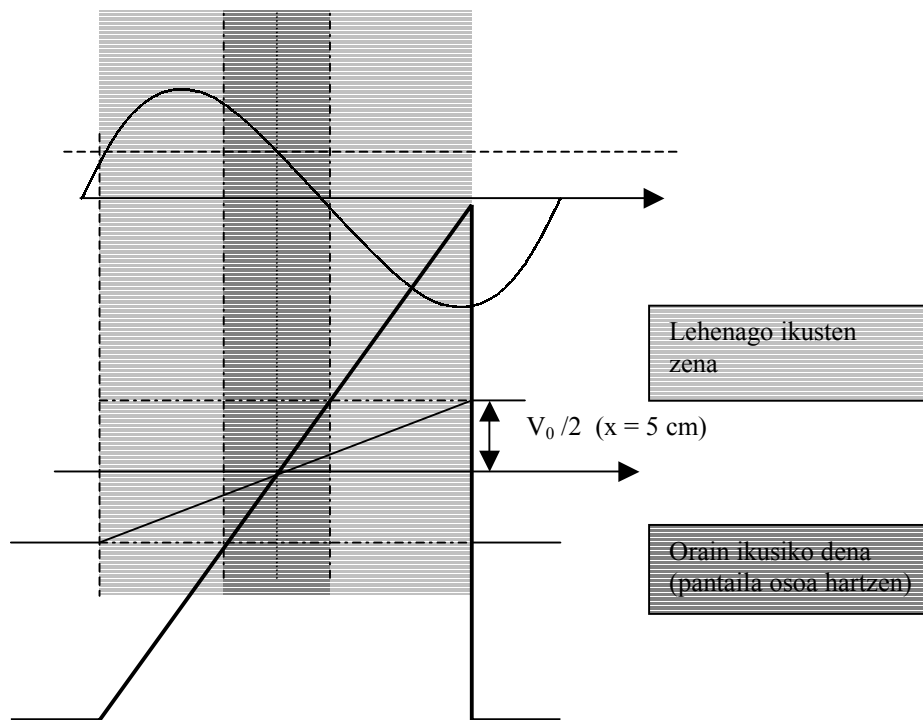
4.22 Irudia. Modu automatikoaren arazoa: (oso) maiztasun baxuko seinaleak

2.3.3 Anplifikadore horizontala

Erraztatze denbora osoa aldatu gabe, erraztatze abiadura biderkatzea ahalbidetzen digun zirkuitua da anplifikadore horizontala.

Honela, sinkronismoak berean jarraitzen duen bitartean, pantailan ikusten dugun pantailaren erdiko zonaldeko **irudia** zabaltzen, handiagotzen dugu.

Normalean x 5 biderkatzailea izaten du.



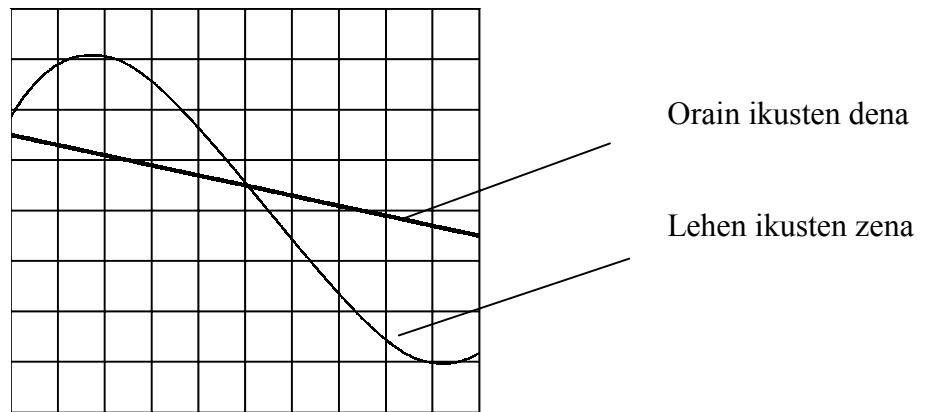
4.23 Irudia. x5 biderkatzaile horizontala

Ikusten denez, erraztatze denboraren zati handi batean (%80an), pantailatik kanpo jotzen du elektroizpiak.

Neurketa irakurtzean, ikusten dugunaren iraupena hauxe izango da:

$$\text{IRAUPENA} = \text{dibisioak} \times \text{denboren oinarrian adierazitakoa} / 5$$

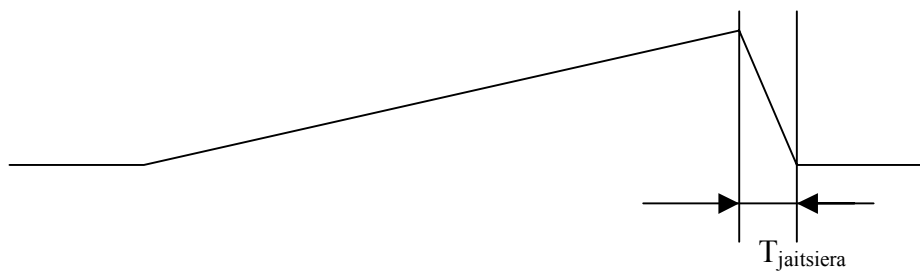
Eta beraz, konstante mantentzen da, seinalea, funtsean, aldatu ez delako.



4.24 Irudia. Anplifikadore horizontalaren efektua. Lehen bi dibisio hartzen zituenak, orain hamar (luzera osoa) hartzen ditu.

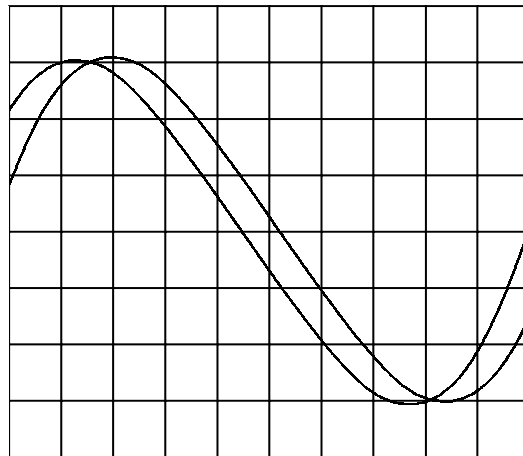
2.3.4 Hold off

Zerra-hortzak ez dira idealak eta, hortaz, denbora bat behar dute goiko puntako baliotik balio negatiboraino pasatzeko.



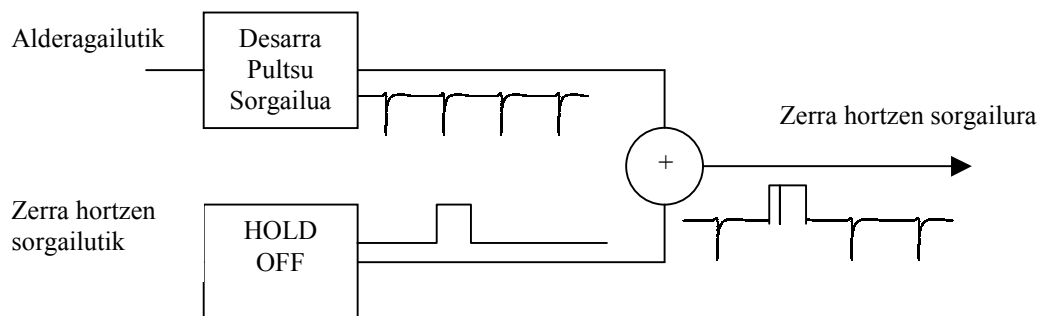
4.25 Irudia. Zerra-hortzaren jaitsiera

Zerra-hortzak jaisteko behar duen denbora horretan ere, zerra hortz berri bat sortzea baimentzen badugu, desarra-pultsu bat ager daiteke eta horrek seinalearen abiapuntua atzeratzen du. Orduan, honelako irudia lortu ohi da:



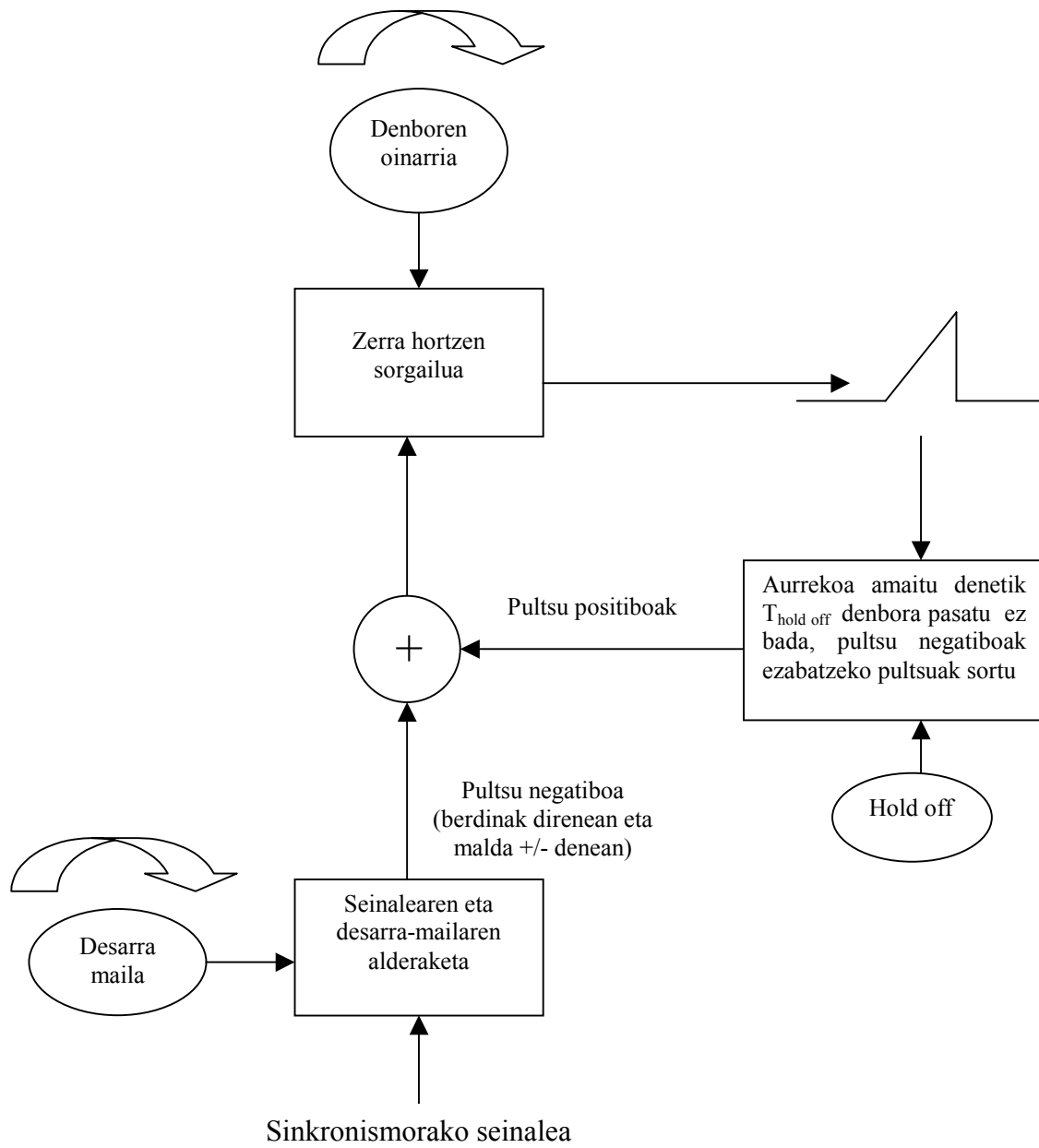
4.26 Irudia. Seinale bikoiztua (hold off delakoa doitu behar)

Hau saihesteko, HOLD-OFF zirkuituak, beherako aldapa hasten denean, desarrapultsuak garraiatzen dituen seinaleari (gerta litezkeen desarrapultsuei) seinale positiboa gehitzen dio:

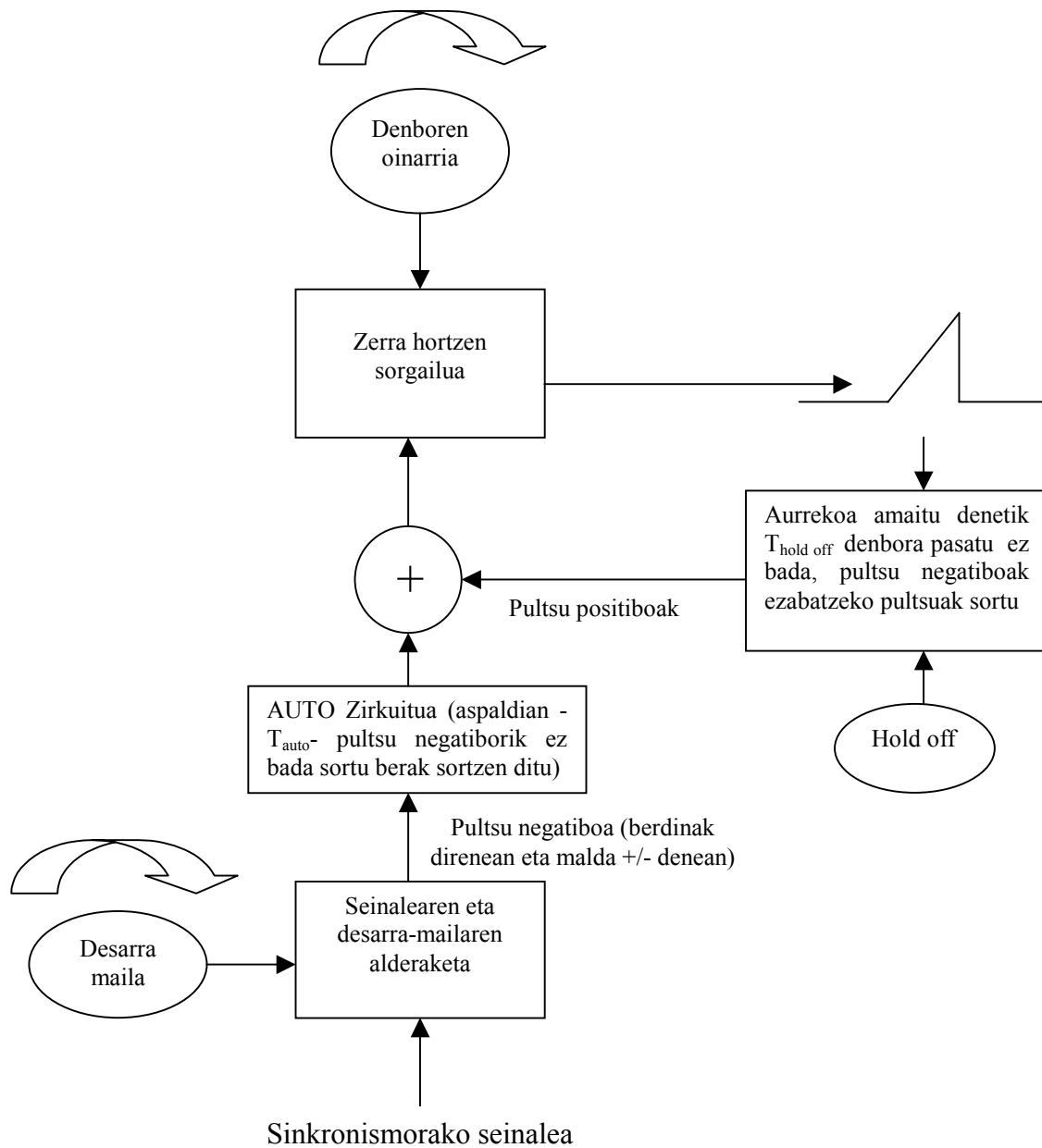


4.27 Irudia. Hold off delakoaren zirkuitua

Batura seinaleaz, beraz, ez da nahi ez dugun zerra-hortzik sortzen.



4.28 Irudia. Kanal horizontala modu normalean (anplifikadore horizontala ez da irudikatu)



4.28bis Irudia. Kanal horizontala modu automatikoan (anplifikadore horizontala ez da irudikatu)

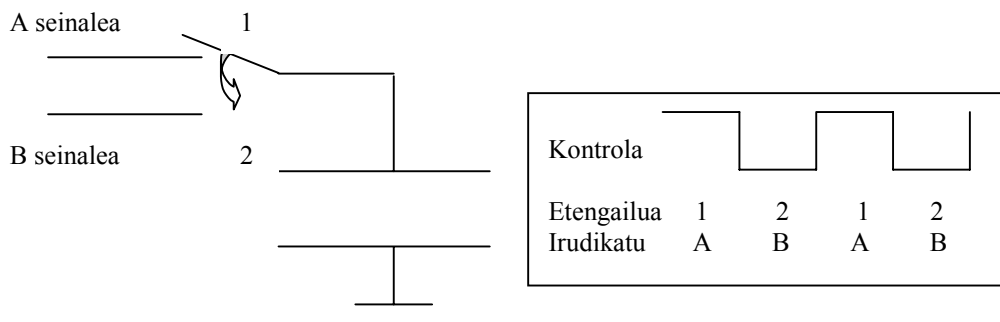
2.4 Bi seinale irudikatzeko aukerak

2.4.1 Kanal bikoitzeko osziloskopioak

2.4.1.1 Sailkapena

Osziloskopio gehienak denborarekiko bi seinale irudikatzeko gauza dira. Hori lortzeko sistema ezberdinak erabiltzen dituzte:

- **Izpi bikoitzekoak:** Bi izpi dituzten osziloskopioak (beraz zabaltze bertikaleko xafla pare bi behar dituzte nahiz eta normalean zabaltze horizontaleko xafla pare bakarra izan). Bi motakoak izan daitezke:
 - Kanoi bikoitzekoak: Bi izpiak bi kanoi erabiltzen lortzen dituztenak.
 - Erdibanaturiko izpikoak: Bi izpiak izpi bakarra erdibanatzen lortzen dituztenak.
- **Izpi bakarrekoak** edo **ibilbide bikoitzekoak** (laborategikoak). Xafla pare bakarra dute zabaltze sistema bakoitzean eta irudikatu nahi ditugun bi seinaleek zabaltze bertikaleko sistemaren xaflak denboran zehar elkarbanatzen dituzte. Denboran zehar SW_1 etengailua aldatzen, txandakatu edo multiplexatu egiten dira.



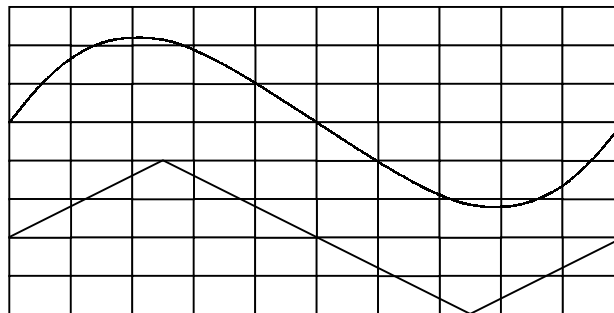
4.29 Irudia. Izpi bakarreko osziloskopioen oinarria. A eta B seinaleen txandakatzea

2.4.1.2 Izpi bakarreko osziloskopioak: modu alternoa eta zatiturikoa

Etengailuari, denboran zehar, bi modutan eragin dakiokete, bi funtzionamendu mota agertzen:

- MODU ALTERNOA
- CHOPPED (ZATITURIKO) MODUA

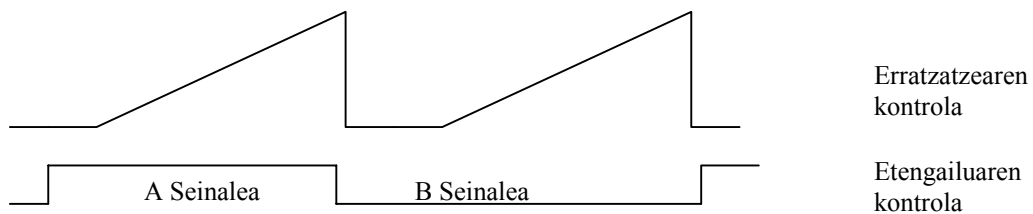
Demagun beheko bi seinale-irudiak lortu nahi ditugula pantailan:



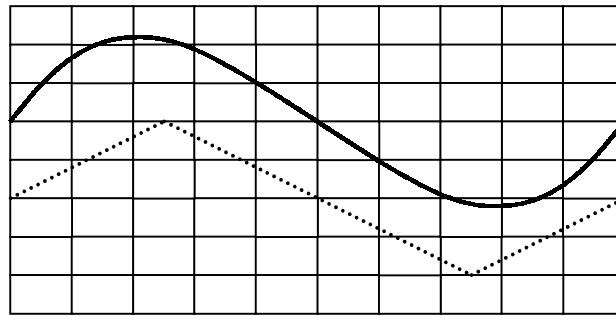
4.30 Irudia. Lortu nahi dugun irudia

Modu alternoa

Kasu honetan, etengailua erraztatze bakoitzaren amaieran konmutatzen da (konmutazioa erraztatze seinalea sortzen duen sorgailu berak kontrolatzen du), nahiko denbora laburra izan behar duela.



4.31 Irudia. Etengailuan aplikaturiko seinalea



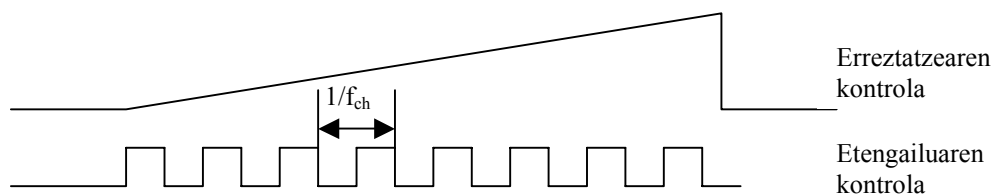
- Aurreko erraztatzean marrazturik
- Oraingo erraztatzean marrazturik

4.32 Irudia. Modu altxanoan lorturiko irudia

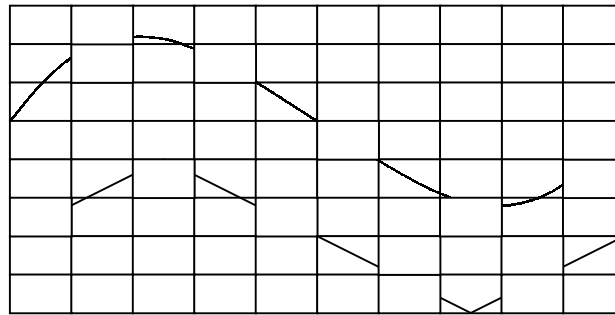
Seinalea ondo ikusteko, errepikapenen arteko tartea ezin da luzeegia izan (bi erraztatzeren artean seinalea ez desagertzeko) eta beraz konmutatze maiztasun altua komeni zaigu. Hortaz, modu hau maiztasun altuko bi seinale irudikatzen erabiliko dugu.

Zaturiko modua / chopped modua.

Modu honetan, etengailua oso azkar konmutatzen da, konmutazioa zirkuitu dardarkari batek kontrolatzen duela (konmutazio maiztasuna (f_{chop}) osziloskopio bakoitzean finkoa, konstantea da).



4.33 Irudia. Etengailuaren kontrolean aplikatzen den seinalea



4.34 Irudia. Lorturiko seinalearen itxura, limitean

Seinalea ondo ikusteko, zatien tamainak txikia izan behar du (zati ugari egon behar dira).

Konmutatze maiztasuna konstantea (eta nahiko altua) denez, zati ugari izateko, nahiko erraztatzeko luzea komeni zaigu. Beraz, modu hau, maiztasun txikiko bi seinale irudikatze erabiliko dugu.

Izan ere, seinaleen maiztasuna baxua baldin bada eta begien integratzea dela eta, irudiak jarraituak direla ematen du.

Modurik egokiena aukeratzeko

Beraz, maiztasun baxuetan chopped modua eta maiztasun altuetan modu alternoa erabiliko ditugu.

Modua aukeratzeko hagatxo bat izaten dugu osziloskopioan baina badaude denboren oinarrian aukeratu dugun eskalaren arabera bi moduen arteko hautaketa automatikoki egiten duten osziloskopioak ere.

2.4.2 Seinaleen batuketa

Bi kanal dituzten osziloskopio gehienek seinaleen batuketa egitea ahalbidetzen dute. Batuketa, zabaltze bertikaleko sistema baino lehen, baina anplifikatu ondoren egiten da. Hori dela eta:

- Ez dugu ikusten bi seinaleen batura, baizik eta bi seinaleei proportzionalak (hein ezberdinetan) diren beste bi seinaleen batura → **Anplifikatzean erabilitako faktoreak hartu behar ditugu kontuan** (edo faktore berdinak erabili bi kanaletan).
- Anplifikadoreen asetzea gertatu baldin bada, emaitza okerra lortuko dugu.

Era berean, kanaletako bat inbertitzen badugu, kenketak egin ditzakegu, ohar berberak aplikatzen direlarik.

2.4.3 XY modua eta Lissajousen irudiak

Osziloskopioan seinale batek denborarekin duen bilakaera irudikatzeko, zabaltze horizontaleko xafletan denborarekin linealki aldatzen den seinalea aplikatzen dugun bitartean, zabaltze bertikaleko xafletan jatorrizko seinalearen antzeko bat aplikatzen dugu. X ardatzean denbora eta Y ardatzean irudikatu nahi dugun seinalea/tentsioa (Y seinalea) ditugu.

Aldiz, zabaltze horizontaleko xafletan (xafla bertikaletan) zerra-hortzaren seinalea aplikatu beharrean, beste seinale ezberdin bat (X seinalea) aplikatzen badugu, XY moduan lan egiten dugula esaten da, eta, X eta Y seinaleen arteko erlazioari buruzko informazioa eskura dezakegu.

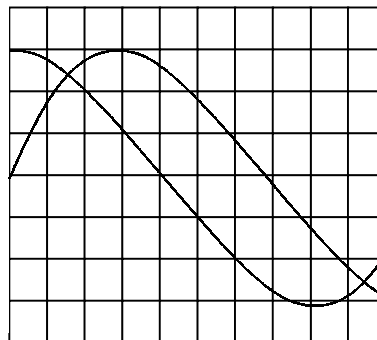
XY moduan, denboren oinarriak adierazten duenak ez dauka zentzurik.

Lissajousen irudiak

Adibidez, demagun maiztasun bereko bi seinale aplikatzen ditugula XY moduan.

$$X = A \times \sin(\omega t) \Rightarrow \sin(\omega t) = X/A$$

$$Y = B \times \sin(\omega t + \varphi)$$



4.35 Irudia. Erabilitako jatorrizko bi seinaleak dual moduan

$$Y/B = \sin(\omega t) \cos(\varphi) + \cos(\omega t) \sin(\varphi)$$

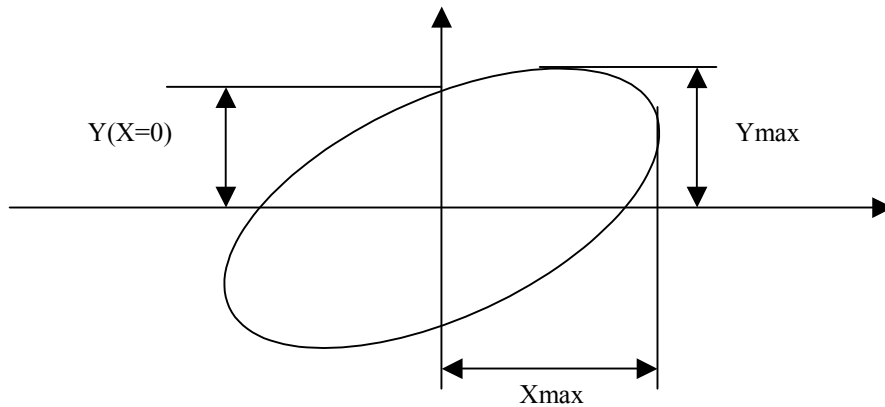
$$Y/B = \cos(\varphi) \times X/A + \sin(\varphi) \times \sqrt{1-(X/A)^2}$$

$$(Y/B - \cos(\varphi) \times X/A)^2 = \sin^2(\varphi) \times (1-X^2/A^2)$$

$$(Y/B)^2 + (X/A)^2 \times \cos^2(\varphi) = \sin^2(\varphi) - \sin^2(\varphi) \times (X/A)^2$$

$$(Y/B)^2 + (X/A)^2 - 2\cos(\varphi)(Y/B)(X/A) = \sin^2(\varphi)$$

Azken formula hau elipsi batena da.



4.36 Irudia. XY funtzioaren adierazpen grafikoa

$$A = X_{\max}$$

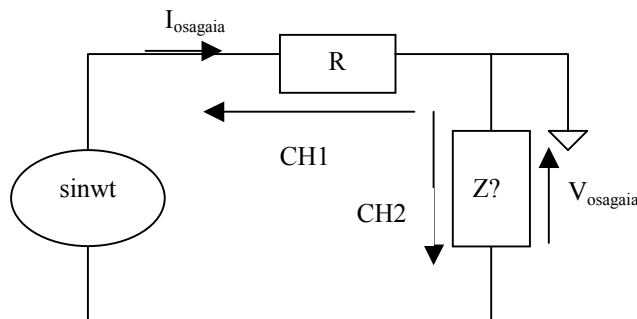
$$B = Y_{\max}$$

$$X = 0 \rightarrow Y_{(X=0)} = B \sin(\varphi) \rightarrow \sin(\varphi) = Y_{(X=0)} / B \Rightarrow \sin(\varphi) = Y_{(X=0)} / Y_{\max}$$

X eta Y seinaleen maiztasunen artean inolako erlaziorik ez dagoenean, ez da irudi finkorik lortzen. Ezin da, beraz, ondoriorik atera.

Seinaleen maiztasunak erlazionaturik daudenean, aldiz, informazio garrantzitsua atera dezakegu sortzen diren irudietatik eta irudi hauek "**Lissajous-en irudiak**" dute izena.

Lissajousen irudien irakurketa



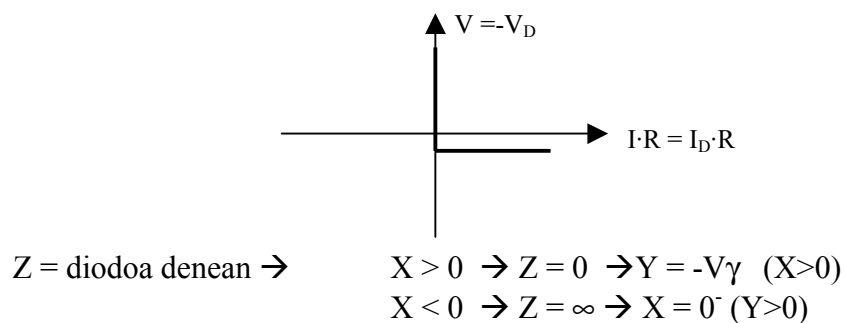
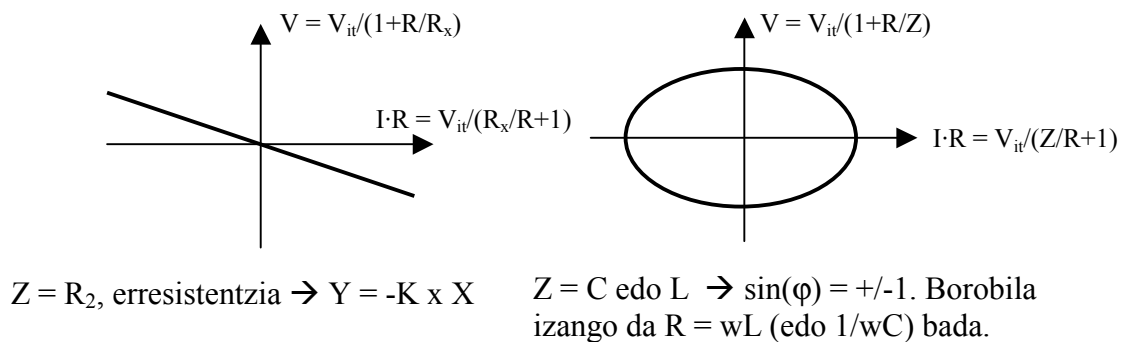
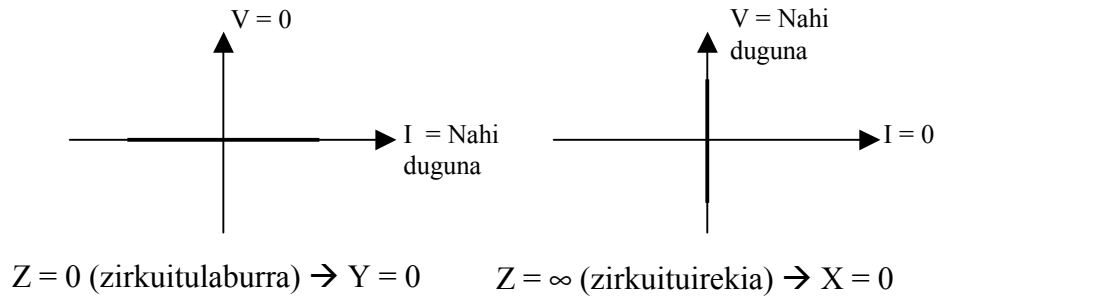
4.37 Irudia. Erabilitako zirkuitua

Zirkuitu honetan,

$$CH1 = R \cdot I_{osagaia} \rightarrow X$$

$$\text{eta } CH2 = -V_{osagaia} \rightarrow Y$$

kanaletan sartzen baditugu, osagaiaren I-V ezaugarria adieraz dezakegu edo, beste ikuspuntu batetik, Z inpedantziaren izaera asma dezakegu.

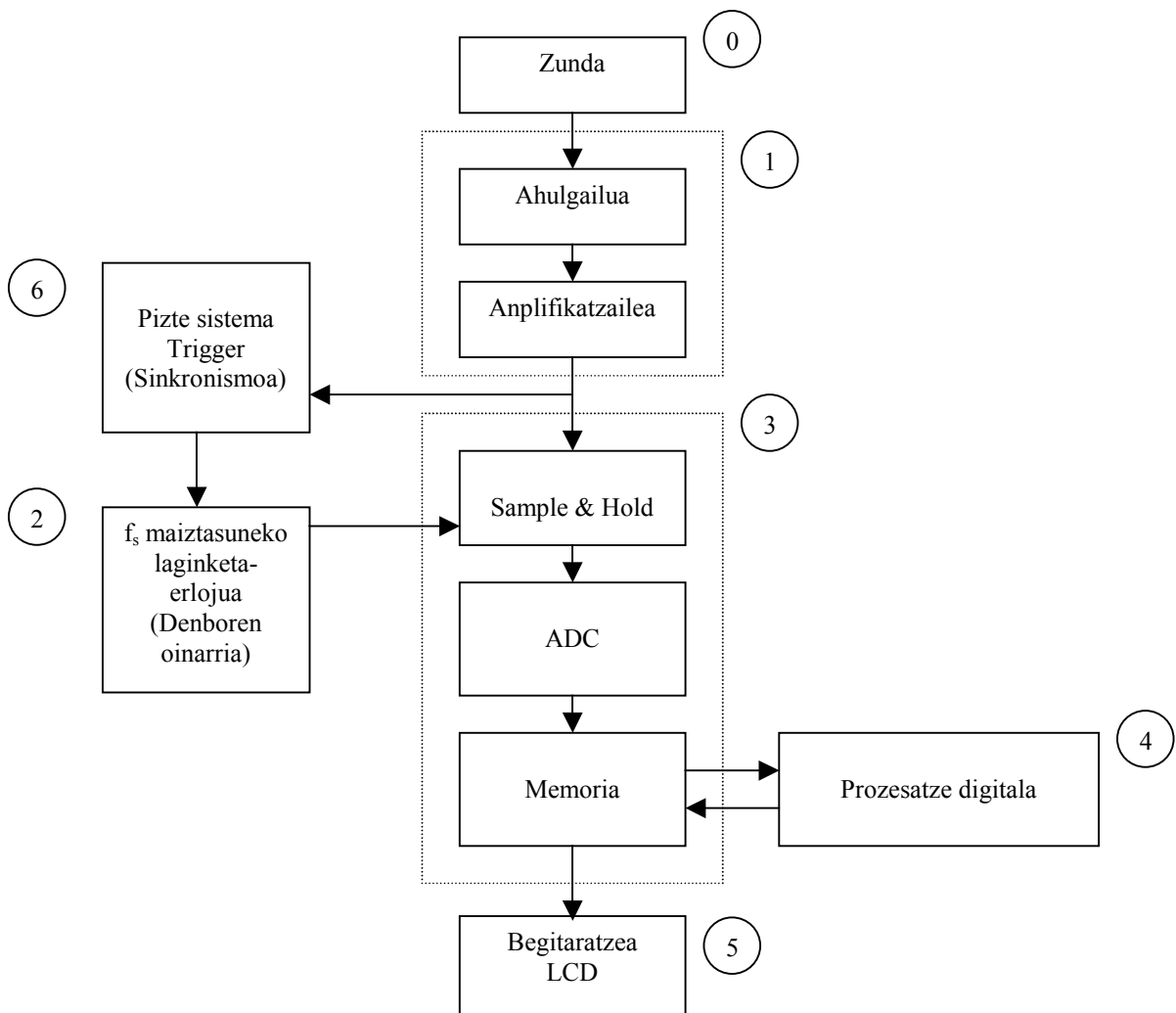


4.38 Irudia. Osagai ezberdinentzat lorturiko irudiak.

3. OSZILOSKOPIO DIGITALA

3.1 Funtzionamenduaren oinarriak

Osziloskopio digitalean, multimetro digitalean lez, oinarrizko osagaia bihurgailu analogiko-digitala da. Irudiko bloke-diagraman aparatuaren gainontzeko elementuak azaltzen dira.



4.39. Irudia. Osziloskopio digital baten blokeen diagrama

Osziloskopio digitalaren sarrera, analogikoaren sarreraren berdin berdina da, eta bertan seinalea zunda baten bidez hartzen da (0) eta ahuldura edota anplifikatze egokiez (1) lan-tentsio aproposa lortzen da. Jarraian, denboren oinarriarekin erlazionaturik dagoen laginketa-erloju batek (2) zehazten duen kadentziaz tentsioa lagindu eta digital bihurtu egiten da, eta emaitzak memoria batean (3) gordetzen dira. Datu hauek informazio anitz -adibidez, batezbesteko balioa edo balio eraginkorra- lortzeko prozesa daitezke (4) eta emaitzak (batez ere uhin-forma) kristal likidoko pantaila batean (5)

irudikatzen dira. Sistema osatzen, trigger-bloke batek (6) sarrerako seinalea gogoratzen/gordetzen hasteko unea zehazten du. Honela, kasu analogikoan bezala, seinale periodiko baten neurketa ezberdinen arteko sinkronismoa lortzen da.

3.2 Osziloskopio digitalen berezitasunak eta arazoak

3.2.1 Ezberdintasun abantailatsu nagusiak

Erraztatze bakarraren erabilgarritasuna

Osziloskopio analogikoetan, uneoro, elektroizpi bat (tentsioari proportzionala zitzaien) distantzia bat desbideratzen zen (pantailaren erditik) bi xafla paralelotan jatorrizko seinalearen arabera potentziala aplikatzen. Memorian datuak metatzeko aukerarik ez eta, seinaleak periodikoa izan behar zuen. Hortaz, sinkronismoaren arazo nagusia agertzen zen.

Kasu honetan, aldiz, memorian gordetako gertaera ez-periodikoak irudika daitezke (analogikoen erraztatze bakarra/single moduaren parekoa da, baina irudia galdu gabe).

Aukeran dauden beste funtzio edo baliabide batzuk

Seinale digitalen abantailak aprobetxatzen, honelako baliabideak eskaini ohi dira osziloskopio digitaletan:

- Aspaldiko seinaleak memorian gordetzeko aukera.
- Ordenadorera, inprimagailura ... pasatzeko aukera.
- Balio erantsiko baliabideak:
 - Formatuaren aldetik: pantailako kurtsoreak, balioa islatzen eta guzti.
 - Funtzio matematiko errazak: seinalearen batezbestekoak, puntako detekzioa, igoera-denboraren kalkulua
 - Funtzio matematiko konplexuak: maiztasunen analisisa (Fourieren eraldaketa azkarraz), iragazpena ...

3.2.2 Laginketarekin erlazionaturiko arazoak

Laginketa-maiztasuna eta gordetako lagin kopurua

Laginketa-maiztasuna (bi laginen arteko denboraren inbertsoa) aparatu digitalen ezaugarri nagusietako bat da, batez ere osziloskopio digitaletan. Hauetan, 200 MS/s baliora iristen da (hau da, segundoko $2 \cdot 10^8$ lagin; MS \Leftrightarrow megasample).

Osziloskopio digitalek segundoko har dezaketen lagin kopurua, bihurketa-denborak mugatzen du.

Gainera, normalean, memoria arazoak direla eta, ez da komenigarria izango lagin gehiegi gordetzea (1000-5000 lagin gorde ohi dira).

Maiztasun altuko seinaleak: laginketa-abiadurari buruzko arazoak eta hauen konponketa

Laginketa-maiztasuna irudikatu nahi dugun seinalearen frekuentzia baino askoz altuagoa bada, definizio oneko irudia lortzen da hartutako puntuak batuz gero. Aldiz, seinalearen maiztasunak gora egiten badu, periodoko puntu ezagunak murrizten dira eta irudia jatorrizko seinaletik nabarmenki aldendu daiteke. [Niquist-en teoremaren arabera, f maiztasuneko seinale bat ezagutzeko, segundoko $2f$ lagin hartu behar dira; hau da, sinu formako seinaleentzat bi puntu hartu behar dira periodo bakoitzeko].

Hori dela eta, seinale oso azkarren kasuan, sistemak ez ditu lortutako puntuak besterik gabe lotzen, baizik eta puntu-segidaren interpolazio bat kalkulatzeko.

T periodoko seinale periodikoentzat badago, gainera, denbora-baliokideko laginketa bat egiteko aukera. Honetan, periodoko X lagin hartzen dira seinalearen n zikloetan zehar eta, baldintza egokiak betetzen badira, periodoko nX lagin hartu ezkeroko emaitzaren parekoa lor daiteke. Orduan, laginketa-maiztasun baliokideaz (nX/T) lan egiten da (honek 10 GS/s-ko balioak har ditzakeelarik).