

1. SEINALEAK ETA INFORMAZIOA: MAGNITUDEAK ETA AURRIZKIAK

Informazioa, eguneroko bizitzan, mota ezberdinetako seinaleen izaerapean azaldu eta transmititu egiten da. Seinaleek informazioa garraiatzen dute nolabait. Denboran zehar, garraio bidearekin batera, seinalearen adierazpena ere aldatzen da: argia, soinua, uhin elektromagnetikoa, funtzio matematikoa ... edo paperean idatzitako marra izan daiteke.

Guk seinale elektrikoekin lan egingo dugu, bertan informazioak potentzia, korrante eta, batez ere, (bi punturen arteko) tentsio baten itxura hartzen duelarik. Honela, oinarrizko hiru magnitude erabiliko ditugu:

Korrante elektrikoaren intentsitatea: Eroale edo osagai bat denbora unitateko zeharkatzen duen karga kopurua. Unitateak: Ampere (A), 1 C/s-en baliokidea.

Potentzial aldea edo tentsioa: Eroaetik pasatzen den korrantearen kausa edo jatorria. Unitateak: Volt (V).

Potentzia: Osagaien dauden potentzial aldea eta korrantearen biderkadura. Unitateak: Watt (W), $1A \cdot 1V$ edo $1J/s$ -en baliokidea. Bi magnitudeak (I eta V) fasean badaude (erresistentzietan bezala), potentzia, osagaiak xahutzen duen denbora unitateko energia izango da, normalean bero gisa barreiatuko dena. 90° -tan desfasaturik badaude (haril eta kondentsadoreetan bezala), osagaiak zirkuituari itzuliko dio jasotako energia.

Unitateak aurrizki ezagunez lagun daitezke:

AURRIZKIA	IKURRA	BALIOA
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	K	10^3
hecto	Ez dira normalean erabiltzen	
deca		

deci		
centi		
mili	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

2. SEINALEEN SAILKAPENA ETA KARAKTERIZAZIOA

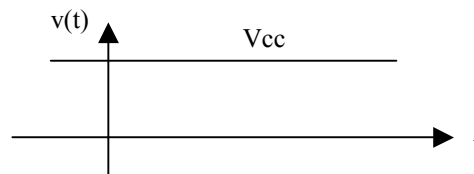
2.1 Seinale motak

Denboran zehar duten bilakaerari begiratu gero, seinaleak bi multzo ezberdinetan bana ditzakegu:

- Seinale jarraituak edo zuzenak (DC)
- Seinale alternoak (jarraituak ez direnak)

A) Seinale jarraituak

Balio konstante batean mantentzen dira denboran zehar.



1.1 Irudia. Seinale jarraitua edo zuzena

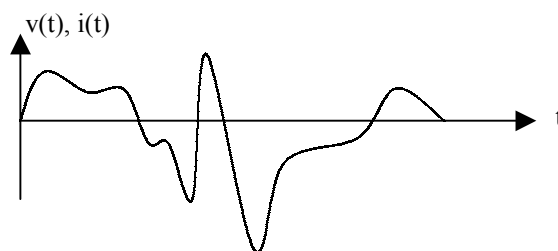
Zehatz-mehatz ezagutzeko, beren balioa (eta unitateak) besterik ez dugu behar.

B) Seinale alternoak (edo ez jarraituak)

Beren balioa denboran zehar aldatzen da.

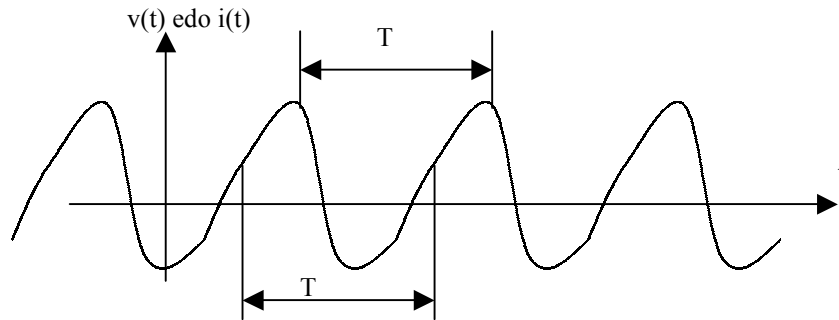
Seinalearen errepikapenei begiratu gero, bitan bana ditzakegu:

- **Ez periodikoak:** Denboran zehar, seinalearen balioa eta forma ez dira errepikatzen. Beren balioa bakarrik tarte batean ezagutzen dugu ($t_{hasiera}$ - $t_{amaiera}$ tartean) (hori dela eta seinale estokastikoak ere deitzen dira).



1.2 Irudia. Seinale ez periodikoa

- Periodikoak:** Zenbait denbora pasatu ondoren, zehatz-mehatz errepikatzen dira: denbora horri zikloa edo periodoa (T s) deritzogu. Horren inbertsoari maiztasuna edo frekuentzia deitzen diogu ($f = 1/T$ s⁻¹ edo Hz). Denborarekin duten aldaketa modelatzeari dagokionez, $\omega = 2\pi f$ (rad/s) maiztasun angeluarra (edo pulstazioa) ere erabili ohi da.



1.3 Irudia. Seinale periodikoa: T denbora pasatzean zehatz-mehatz errepikatzen da

Periodikotasuna adierazteko, ondoko formula erabil daiteke:

$$v(t_1) = v(t_1 + nT) \quad ; \quad \forall t_1$$

Hori dela eta, periodo bateko balioak ezagutuz gero, seinalearen uneoroko balioa ezagutzen dugu (hori dela eta seinale deterministak – deterministic signals- ere deitzen dira).

Aurkituko ditugun seinale askoren portaera seinale periodikoez modelatu dezakegu tarte ezaguna denboran zehar errepikatzen.

2.2 Seinale alerno periodikoen ezaugarriak

Seinale jarraituen karakterizazioa berehalakoa bada ere, seinale alerno periodikoen kasua zaildu egiten da. Seinale alernoak ezagutzeko erabiltzen diren zenbait balio edo parametro honako hauek dira:

$v(t_1)$ aldiuneko balioa: Seinaleak t_1 unean duen balioa da.

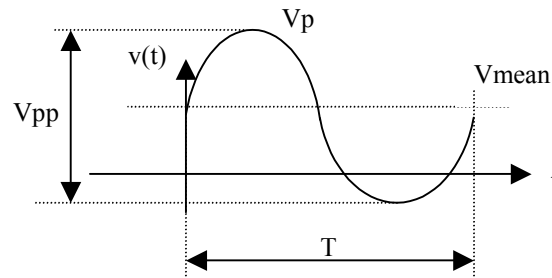
V_m edo $\overline{v(t)}$ batezbesteko balioa: Seinalearen osagai jarraitua ere deitzen da.

$$V_m = \overline{v(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot dt = V_{DC}$$

Balio hau hutsa bada (grafikoki adieraziz gero azalera positibo eta negatiboak berdinak badira) seinale alerno garbi edo purua dugu.

V_p puntako balioa: Seinaleak balio absolutuan hartzen duen gehieneko balioa da.

V_{pp} puntatik puntarako balioa: Seinaleak hartzen dituen balio maximo eta minimoen arteko aldea da.



1.4 Irudia. Seinale alferno periodikoa (osagai jarraituarekin).

V_{ef} balio eraginkor edo efikaza:

Seinale baten balio eraginkorra, definizioz, seinale horrek erresistentzia orokor batean xahutzen duen potentzia bera (eragiten duen berotze bera) xahutuko (eragingo) lukeen seinale jarraituaren balioa da.

Bakarrik izango du esanahi koherentea seinale periodikoentzat.

Erresistentziari ematen zaion batezbesteko potentzia kalkulatzeko, periodo batean zehar aldiuneko potentzia integratu eta batezbestekoa atera egingo dugu:

Tentsio efikazaren definiziotik:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot \frac{v(t)}{R} \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{v^2(t)}{R} \cdot dt$$

$$P = \frac{V_{ef}^2}{R} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{v^2(t)}{R} \cdot dt$$

Eta beraz:

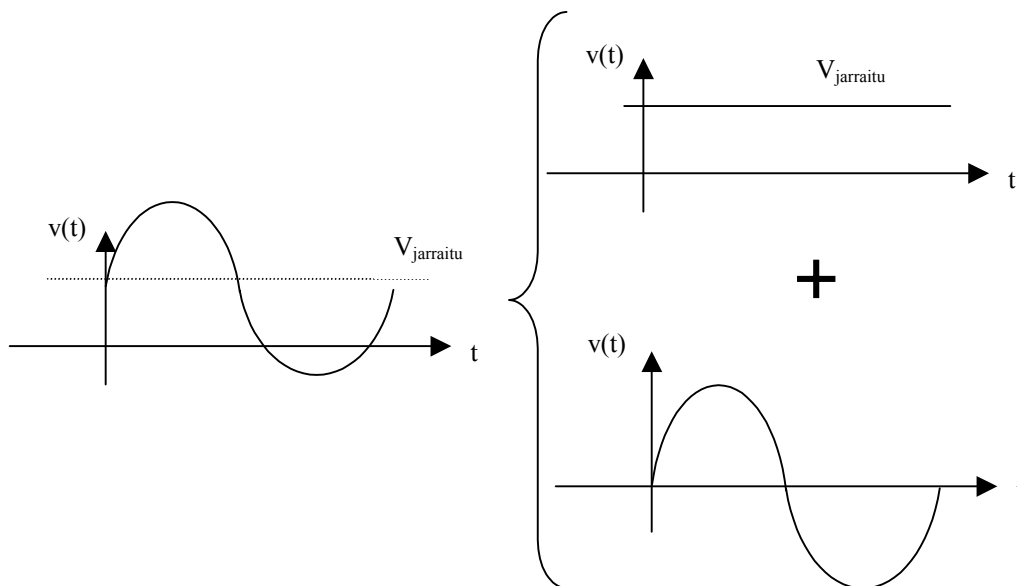
$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) \cdot dt}$$

(Seinalearen karratuaren batezbestekoaren erroa)

Definizioz, seinale jarraitu baten balio efikaza bere balioa bera da.

2.3 Seinaleen deskonposaketa: osagai jarraitua eta alterno garbia

Batzuetan, seinaleak bitan deskonposatzea komeni da, batetik osagai jarraitua edo batezbestekoa eta bestetik gainontzekoa analizatzen (bigarren osagai hau seinale alterno garbi bat izango da).



1.5 Irudia. Seinale baten deskonposaketa osagai jarraitu eta alterno garbietan

Seinale alterno konposatu baten balio eraginkorra

Bi osagaitan deskonposatzen den seinale baten balio eraginkorra kalkulatzeko bide bat ondokoa izan daiteke:

$$v(t) = v_1(t) + v_2(t)$$

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T v^2(t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T [v_1(t) + v_2(t)]^2 \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T [v_1^2(t) + v_2^2(t) + 2v_1(t) \cdot v_2(t)] \cdot dt}$$

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T v_1^2(t) \cdot dt + \frac{1}{T} \cdot \int_0^T v_2^2(t) \cdot dt + \frac{2}{T} \cdot \int_0^T v_1(t) \cdot v_2(t) \cdot dt}$$

$$V_{ef} = \sqrt{V_{ef1}^2 + V_{ef2}^2 + \frac{2}{T} \cdot \int_0^T v_1(t) \cdot v_2(t) \cdot dt}$$

Bi osagaiak ortogonalak badira (eta horixe gertatzen da beti seinale jarraitu eta seinale alterno garbien artean) ...

$$\int_0^T v_1(t) \cdot v_2(t) \cdot dt = 0$$

... aurreko formula erraztu egiten da eta

$$V_{ef} = \sqrt{V_{ef1}^2 + V_{ef2}^2}$$

Seinale alterno garbientzat aplikatzen:

$$v(t) = v_{DC} + v_{ac}(t) \rightarrow V_{ef} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{efac}^2}$$

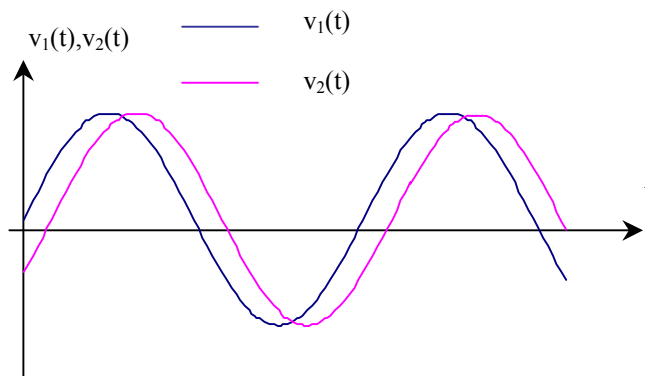
2.4 Seinale sinusoidalak eta desfasea

Edozein seinale periodiko, seinale sinusoidal garbietan deskonposa daitekeenez (Fourieren teorema eta garapena) eta hauen erabilera errazagoa gertatzen denez (bai ulertzeko bai matematikoki lan egiteko), gehienetan seinale jarraituekin eta seinale alterno garbi eta sinusoidalekin lan egingo dugu. (Seinale jarraitu bat $f = 0$ Hz-eko seinaletzat har daiteke).

Maiztasun berdineko bi seinale sinusoidal ditugunean (eta oro har periodo berdineko bi seinale periodikoren kasuan) beraien arteko desfasea hartu beharko da kontuan.

$$v_1(t) = V_{01} \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$v_2(t) = V_{02} \cdot \text{sen}(\omega t - \phi)$$



1.6 Irudia. Desfasaturiko bi seinale sinusoidal

Desfasea denboren unitateetan eman daiteke, baina seinale sinusoidalekin desfaseko angelua (ϕ) erabili ohi da. Horrela $v_2(t)$ seinalea, $v_1(t)$ -ekiko ϕ radian (edo gradu) atzeratuta dagoela esango dugu.

3. INSTRUMENTAZIOA ETA NEURKETA ERROREAK

3.1 Laborategian erabiliko den instrumentazioa

Laborategiko instrumentazioak magnitude ezberdinak sortu, zirkuitura eraman (bertan kitzikapenak izateko) eta adar eta puntu ezberdinetan dauden korrante eta tentsioak neurtzea ahalbidetuko digute.

Erabiliko ditugun oinarrizko **sorgailuak** honako hauek izango dira:

- Elikadura Iturria: DC tentsio konstantea emango digute.
- Funtzio Sorgailua: Forma eta maiztasun ezberdineko seinale alternoak sortzen ditu.

Eta neurtzeko, honako **neurgailu hauek** erabiliko ditugu:

- Osziloskopioa: Zirkuitu bateko bi punturen arteko potentzial aldea edo tentsioa irudikatzen du denborarekiko.
- Polimetroa: Zenbait neurgailuz osatzen da:
 - VOLTIMETROA: Zirkuitu bateko bi punturen arteko potentzial aldea neurtzen du.
 - AMPEREMETROA: Zirkuituaren adar batetik pasatzen den korrontearen intentsitatea neurtzen du
 - OHMETROA: Osagai isolatu baten erresistentzia elektrikoa neurtzen du.

Laborategi honetan neurgailuei eskainiko diegu arreta berezia, zeren eta bere funtzionamendua eta erabiltzean gertatzen diren neurketa erroreak ezagutzea funtsezkoa gertatzen baita.

3.2 Neurketa erroreak

Definizioz, neurketa errorea, neurtutako / irakurritako balioaren eta neurketa baino lehenagoko balio errearen arteko aldea da.

Errorea adierazteko bi bide ditugu:

- $\text{Balio}_{\text{Neurtua}} - \text{Balio}_{\text{Erreal}}$, errorearen balio absolutua erabil daiteke (neurtutako magnitudearen unitateekin).
- $(\text{Balio}_{\text{Neurtua}} - \text{Balio}_{\text{Erreal}}) / \text{Balio}_{\text{Erreal}}$, errorearen balio erlatiboa erabil daiteke (kasu honetan unitaterik gabekoa da eta %etan adierazi ohi da).

Neurketa errore motak

Giza erroreak (errakuntzak): Kontu handiagoz neurtzen eragozten dira.

Errore estatistikoak (behin baino gehiagotan magnitude bera neurtzean, batzutan, apur bat ezberdinak diren emaitzak lortzen dira: puntako balioa, maiztasuna ... ez dira finkoak.): Seinaleen eta osagaien balioen desbideraketa estatistikoa dela eta, neurketa, askotan, termino estatistikoetan ulertu behar da.

Errore Sistematikoak: Neurtzearen beraren jatorrian daude. Ezagutu behar dira, zuzendu egin daitezke eta.

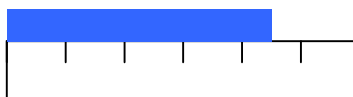
- Karga errorea (Neurgailua zirkuituan sartzearen efektuaren ondorioa da).
- Kalibrazio errorea (Neurgailuak magnitudea irakurketa-datu batean islatzeko duen erlazioaren / funtzioaren doiketa-hutsa da)

Ebazpen erroreak (aparatuak ematen dituen dezimalak): neurketaren itxurazko / ageriko prezisioarekin erlazionatuta).

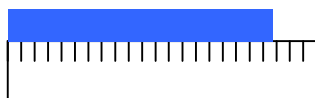
Zehaztasuna eta prezisioa

Kontzeptu ezberdinak dira: *prezisia* aparatuaren ebazpen edo erresoluzioarekin lotuta dagoen bitartean, *zehaztasuna* neurketaren ontasun edo zuzentasunarekin dago erlazionatuta.

Adibidez: bi erregela ezberdinen kasua.



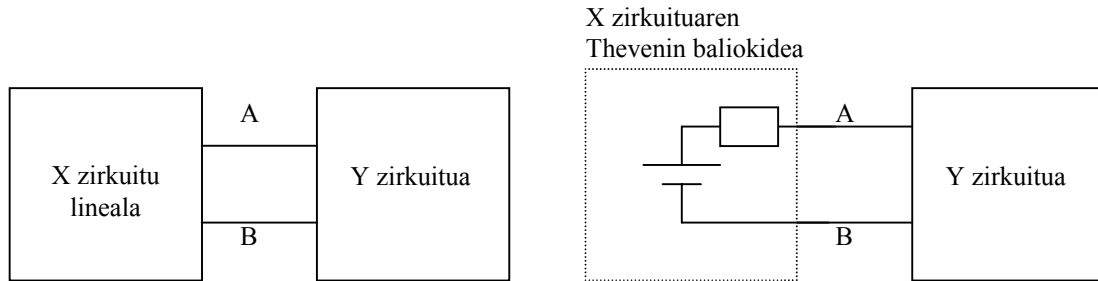
Lehenengo erregelak 6 cm-ko luzera erreala du baina cm-tan dago markatuta. 5.4 cm-ko objektu bat neurtzean zaila gertatuko zaigu dezimala zehaztea, erregela ez baita oso prezisioa (hura erabiltzean ebazpen edo erresoluzio errore bat egiten dugu).



Bigarren erregelaren luzera erreala (“6 cm” irakurketa arte milimetrotan markatuta egon arren) 5.9 cm da. Beraz, erregela prezisio handiagokoa izan arren (ebazpen hobea du) neurketa ez da zehatza, ez baita zuzena (hura erabiltzean kalibrazio errore bat egiten dugu).

4. THEVENIN ETA NORTON ZIRKUITU BALIOKIDEAK

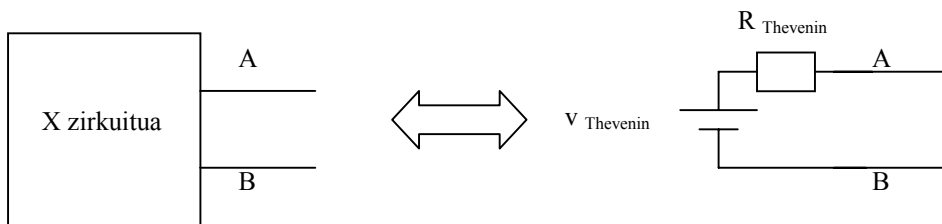
Zirkuitu baliokideek zenbait problemen ebazpena erraztuko digute. Gogoratuko dugu nola kalkulaten diren.



1.7 Irudia. Zirkuitu baliokideen erabilera

THEVENIN BALIOKIDEA.

A eta B puntuetatik ikusten den zirkuitu baten Thevenin baliokidea tentsio sorgailu batez eta serieko inpedantzia batez osatzen da:

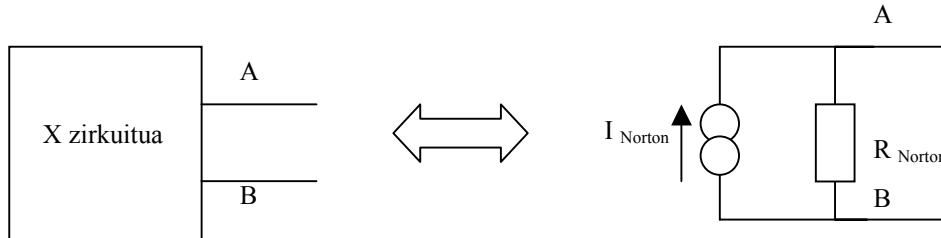


1.8 Irudia. Theveninen Zirkuitu baliokidea

- Tentsio sorgailuaren balioa (V_{th}) jatorrizko zirkuitua isolaturik uztean agertzen zaigun V_{AB} tentsioa izango da.
- Serieko inpedantziaren balioa (Z_{th}) jatorrizko zirkuituak -isolaturik dagoelarik- A eta B puntuen artean aurkezten duen inpedantzia izango da. Hau kalkulatzeko, V_0 tentsio sorgailua jarri ohi da A eta B puntuen artean eta baliokidea kalkulatzeko ari garen zirkuituko sorgailu independente guztien balioak zero egiten (hau da, tentsio sorgailu independenteak zirkuitu-laburtzen eta korrante sorgailu independenteak zirkuitu irekian uzten) A puntutik sartzen (B puntutik irteten) den korrantea (I_0) kalkulatzeko. $Z_{th} = V_0/I_0$ izango da. [Menpeko sorgailuak, beraz, kontutan hartu behar dira].

NORTON BALIOKIDEA

Analogoki, *A* eta *B* puntuetatik ikusten den zirkuitu baten Norton baliokidea korrante sorgailu batez eta paraleloko inpedantzia batez osatzen da:



1.9 Irudia. Nortonen Zirkuitu baliokidea

- Korrante sorgailuaren balioa (I_{Norton}) jatorrizko zirkuitua isolaturik uztean agertzen zaigun $I_{A \rightarrow B}$ korrantea izango da (A-B zirkuitulaburturik).
- Paraleloko inpedantziaren balioa (Z_{Norton}) Thevenin baliokideko inpedantzia kalkulatu zen bide beretik kalkulatu da eta beraz $Z_{Norton} = Z_{Thevenin}$

THEVENIN ETA NORTON BALIOKIDEEN ARTEKO ERLAZIOA

Azken finean biak baliokideak direnez, Norton baliokidearen Thevenin baliokidea kalkulatu erraz ikusten denez: $I_{Norton} = V_{th} / Z_{th}$ (eta $Z_{Norton} = Z_{Thevenin}$)

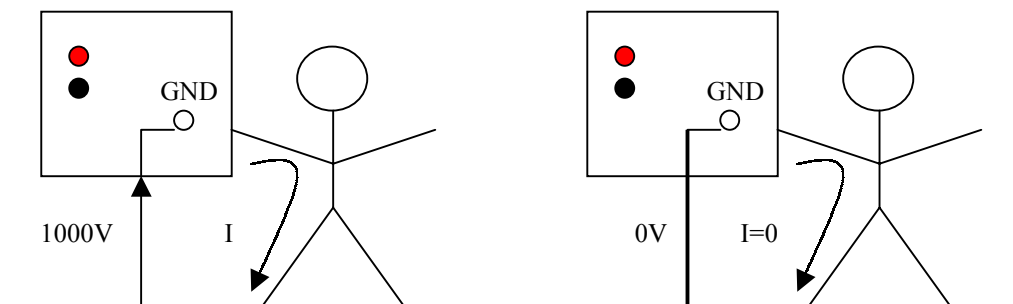
5. MASA, LURRA ETA ERREFERENTZI PUNTUA

Nahiz eta askotan nahastu, hiru kontzeptu ezberdin dira.

Erreferentzi puntua: Tentsioen erreferentzia ($V = 0$ dueneko puntu arbitrarioa).

Masa: Normalean aparatuetan edo zirkuituetan erreferentziatzen hartzen den puntua: karkasara eta kablearen lurrera (hirugarren terminalera) lotuta egoten da.

Lurra: Aparatuen karkasa edo masa “lurrera” (eraikinaren lurrera, hain zuzen ere) jarri ohi dira, deskarga / istripu elektrikoak eragozteko.



1.10 Aparatu bat lurrera jartzen