



## **5. GAIA – ZIRKUITUETAKO OINARRIZKO LEGEAK ETA HORIEN APLIKAZIOAK**

2018-2019 Ikasturtea

Irakaslea: Jose Manuel Gonzalez

Teknologia Elektronikoko Saila

5I28 – Bilboko Ingeniaritza Eskola (II Eraikina)

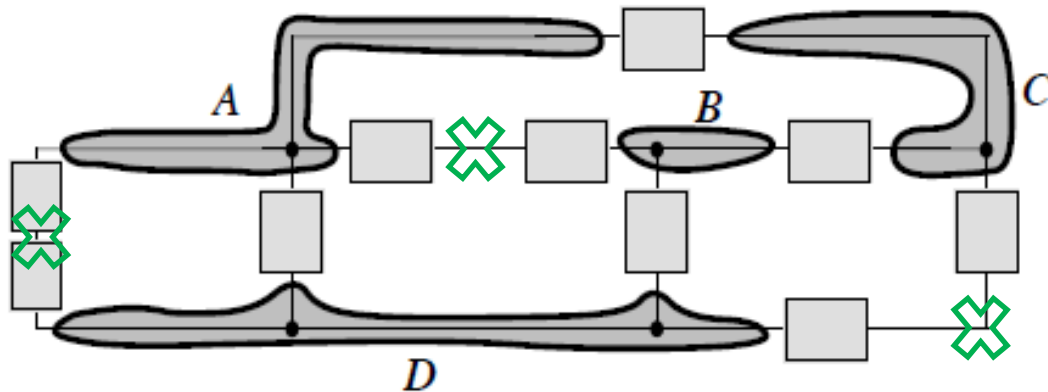
[josemanuel.gonzalezp@ehu.eus](mailto:josemanuel.gonzalezp@ehu.eus)

### **GAIAREN GAI-ZERREDA**

1. Oinarrizko kontzeptuak
2. Kirchhoff-en legeak
3. Zirkuituen ebazpide arrunta
4. Elementuen serie eta paralelo elkarketak
5. Elkarketen aplikazioak
6. Tentsio eta korrante neurketak

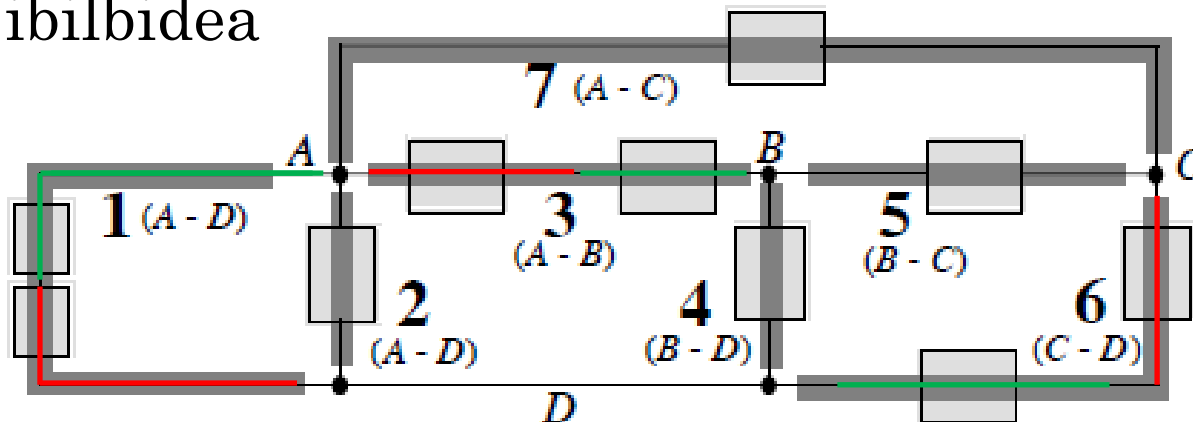
# 1. OINARRIZKO KONTZEPTUAK

- **Nodo edo korapilo:** Bi (hiru) elementu edo gehiago elkartzen direneko puntua



Nodoen arteko  
tentsioak

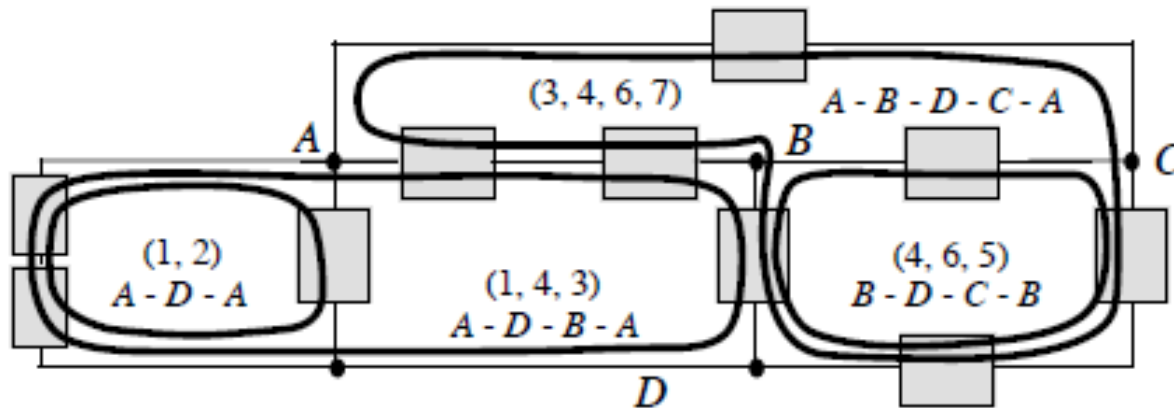
- **Adarra:** Ondoko bi nodo edo korapiloren arteko ibilbidea



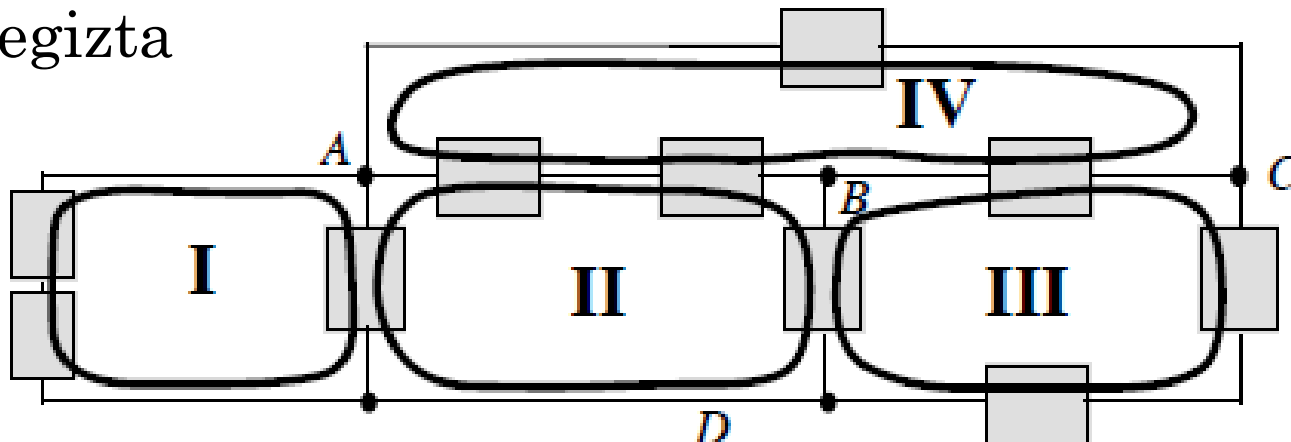
Adarreko korrontea

# 1. OINARRIZKO KONTZEPTUAK

- **Begizta:** Zirkuitu batean, adarreko osaturiko edozein ibilbide itxi



- **Maila:** Barruan adarrik barne hartzen ez duen begizta

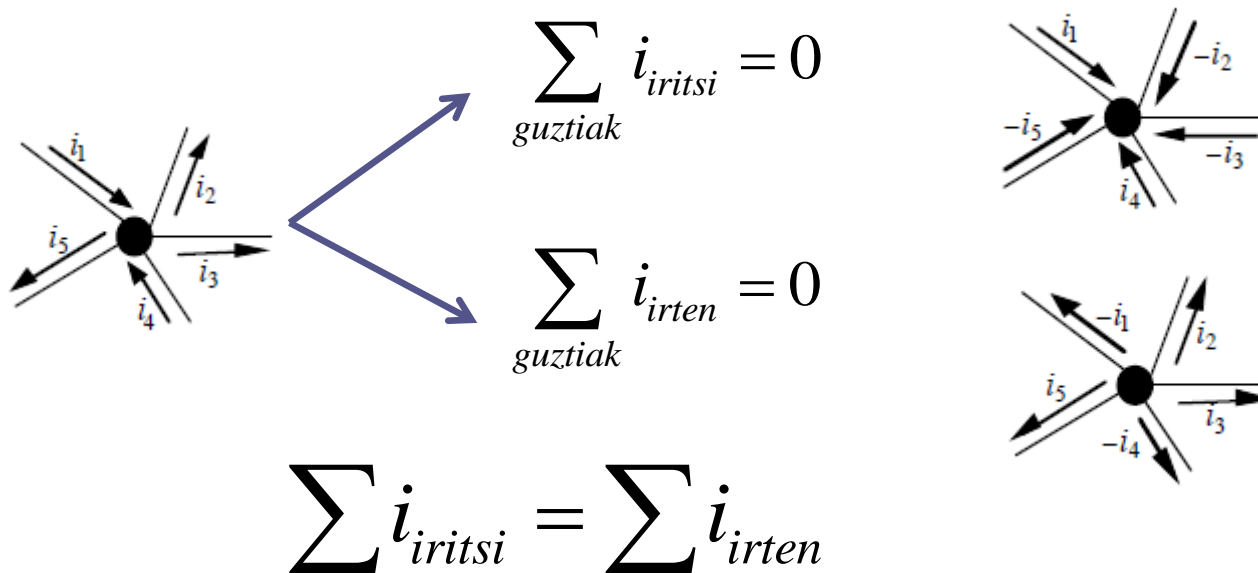


## 2. KIRCHHOFF-EN LEGEAK

### ○ Kirchhoff-en korronteen legea (KKL edo KCL)

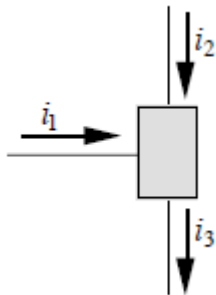
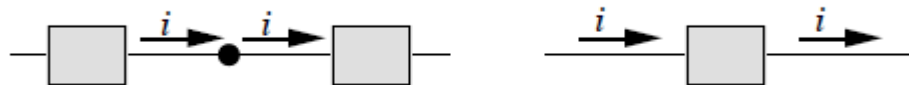
Nodoen edo korapiloen legea

- Kargaren kontserbazioaren printzipioan oinarritzen da
- Definizioa: Korapilo batera iristen diren intentsitate guztien batura aljebraikoa zero da



## 2. KIRCHHOFF-EN LEGEAK

- Kirchhoff-en korronteen legea (KKL edo KCL)  
Nodoen edo korapiloen legea
  - Ondorioz:



$$i_1 + i_2 = i_3$$

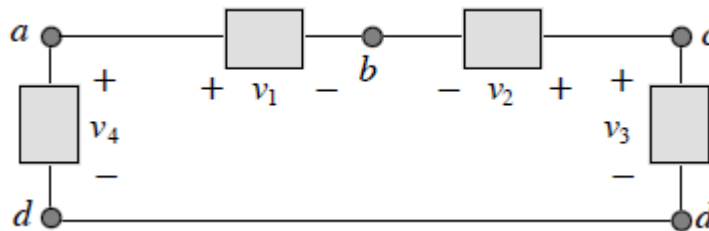
## 2. KIRCHHOFF-EN LEGEAK

### ○ Kirchhoff-en tentsioen legea (KTL edo KVL)

#### Begizten legea

- Energiaren kontserbazioaren printzipioan oinarritzen da
- Definizioa: Begizta batean, tentsio guztien batura algebraikoa zero da (tentsioen zeinuak kontuan hartuz!)

$$\sum_{\text{guztiak}} v = 0$$



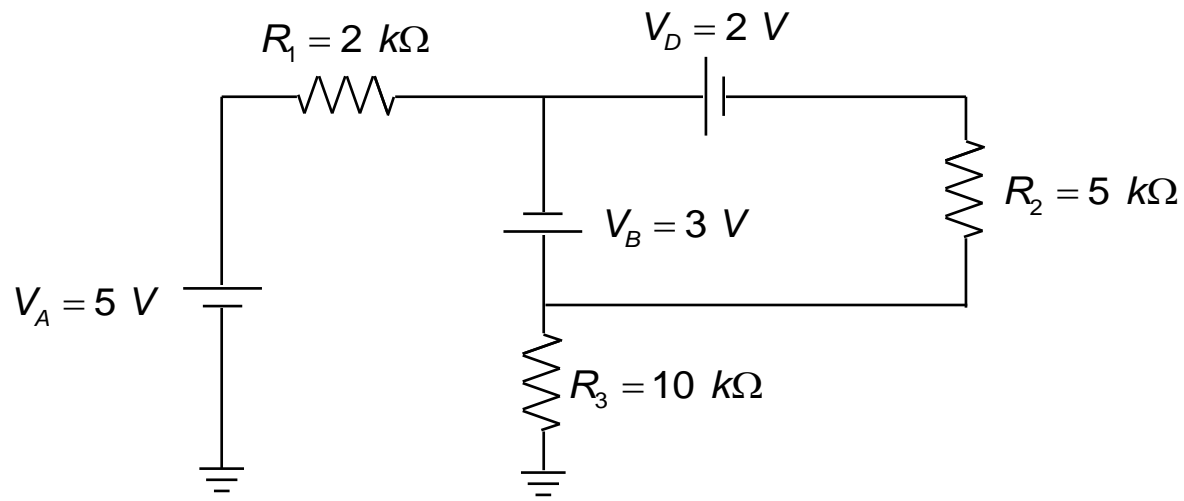
$$v_{ab} + v_{bc} + v_{cd} + v_{da} = v_1 - v_2 + v_3 - v_4 = 0$$

### 3. ZIRKUITUEN EBAZPIDE ARRUNTA

1. Korapilo kopurua:  $N$
2. Adarretako korronteen noranzkoak arbitrarioki
3. Tentsioen noranzkoak aukeratu
4. Ezezagun kopurua zenbatu  $\rightarrow$  Planteatu ekuazioak (KVL + KCL)
  - Begiztak erabili  $\rightarrow$  Korronte sorgailurik gabeko begiztak
5. Sistema ebatzi
6. Soluzioa eman

### 3. ZIRKUITUEN EBAZPIDE ARRUNTA

- Adibidea

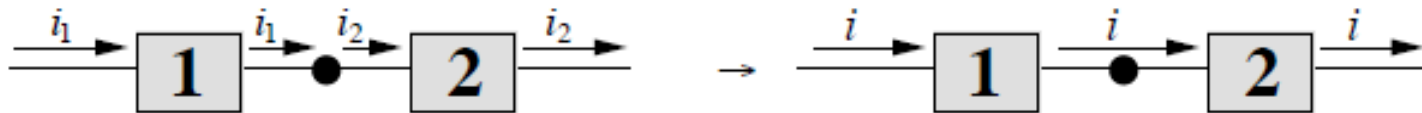




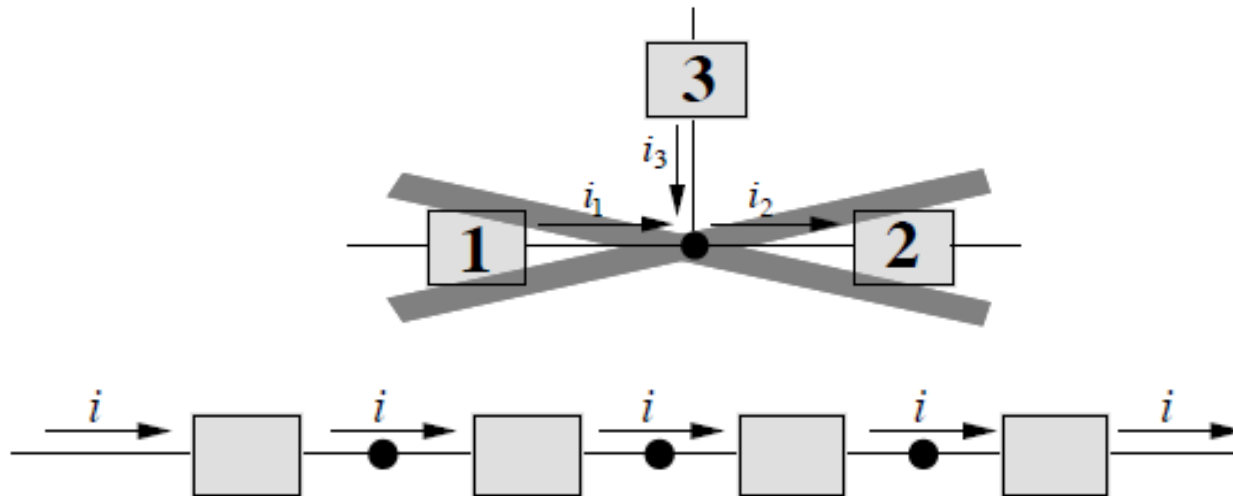
## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Serie elkarketa

- Bi elementu seriean konektaturik daude mutur komun bat baldin badute eta, gainera, mutur komun horretan beste elementu bat konektaturik ez badago.



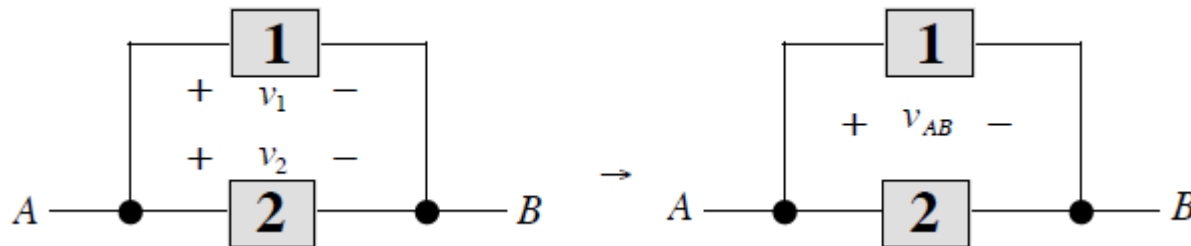
- Bi elementu seriean konektaturik daude, bietatik korrante bera igarotzen denean.



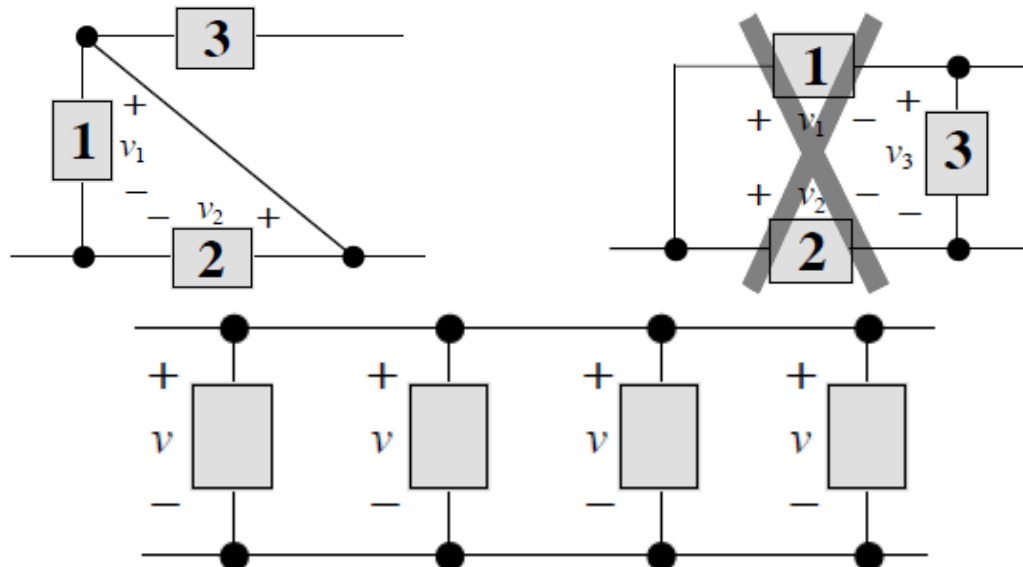
## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Paralelo elkarketa

- Bi elementu paraleloan konektaturik daude, bi muturrak komunak dituztenean.

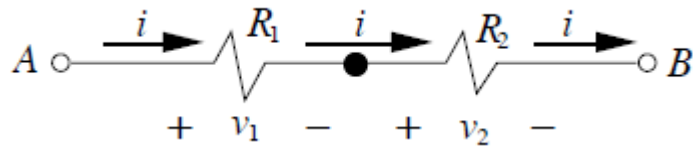


- Bi elementu paraleloan konektaturik daude, bien muturren arteko tentsioa bera denean.



## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Erresistentziak seriean

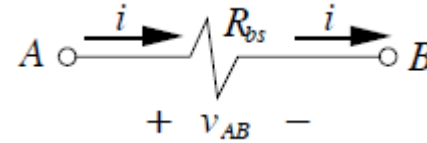


$$v_1 = R_1 i \quad v_2 = R_2 i$$

$$v_{AB} = v_1 + v_2 = R_1 i + R_2 i$$

$$v_{AB} = (R_1 + R_2) i$$

Erresistentzia baliokidea



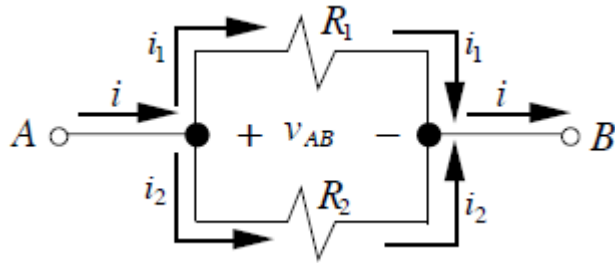
$$v_{AB} = R_{bs} i$$

$$R_{bs} = R_1 + R_2$$

$$R_{bs} = \sum_i R_i$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Erresistentziak paraleloan

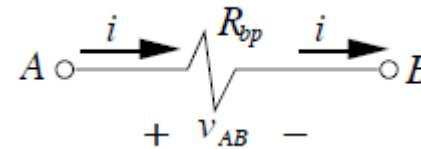


$$v_{AB} = R_1 i_1 \quad v_{AB} = R_2 i_2$$

$$i = i_1 + i_2 = \left( \frac{v_{AB}}{R_1} \right) + \left( \frac{v_{AB}}{R_2} \right)$$

$$i = \left[ \left( \frac{1}{R_1} \right) + \left( \frac{1}{R_2} \right) \right] \cdot v_{AB}$$

Erresistentzia baliokidea



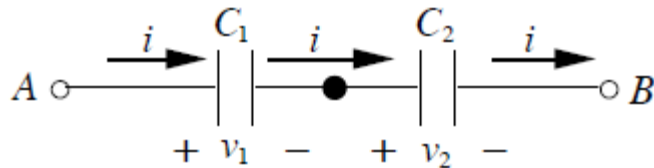
$$i = \frac{v_{AB}}{R_{bp}}$$

$$\frac{1}{R_{bp}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{bp}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Kondentsadoreak seriean



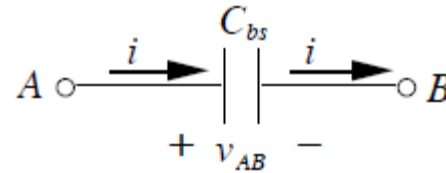
$$i = C_1 \cdot \frac{dv_1}{dt} \quad i = C_2 \cdot \frac{dv_2}{dt}$$

$$v_{AB} = v_1 + v_2 \rightarrow \frac{dv_{AB}}{dt} = \frac{dv_1}{dt} + \frac{dv_2}{dt}$$

$$\frac{dv_{AB}}{dt} = \frac{i}{C_1} + \frac{i}{C_2} = \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) i$$

$$\frac{1}{C_{bs}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

Kapazitate baliokidea



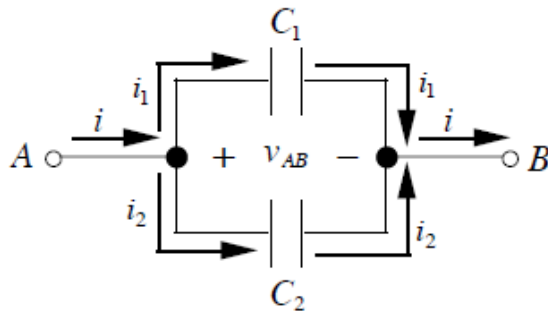
$$i = C_{bs} \cdot \frac{dv_{AB}}{dt}$$

$$\frac{dv_{AB}}{dt} = \left( \frac{1}{C_{BS}} \right) i$$

$$\frac{1}{C_{bs}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Kondentsadoreak paraleloan

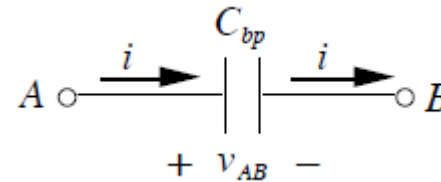


$$i = C_1 \cdot \frac{dv_{AB}}{dt} \quad i = C_2 \cdot \frac{dv_{AB}}{dt}$$

$$i = i_1 + i_2$$

$$i = (C_1 + C_2) \frac{dv_{AB}}{dt}$$

Kapazitate baliokidea



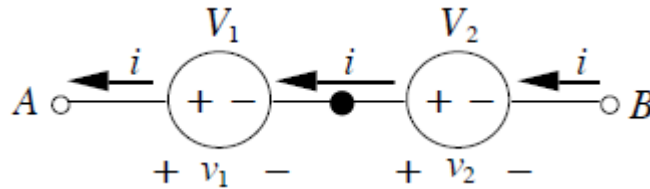
$$i = C_{bp} \cdot \frac{dv_{AB}}{dt}$$

$$C_{bp} = C_1 + C_2$$

$$C_{bp} = \sum_i C_i$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Tentsio sorgailuak seriean



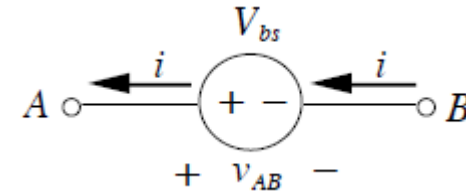
$$v_1 = V_1$$

$$v_2 = V_2$$

$$v_{AB} = v_1 + v_2 = V_1 + V_2$$

$$V_{bs} = V_1 + V_2$$

Tentsio sorgailu baliokidea

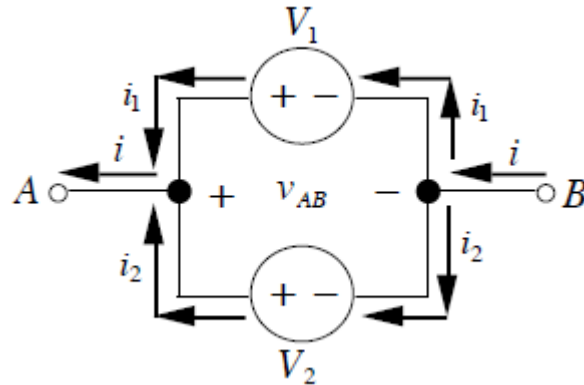


$$v_{AB} = V_{bs}$$

$$V_{bs} = \sum_i V_i$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Tentsio sorgailuak paraleloan

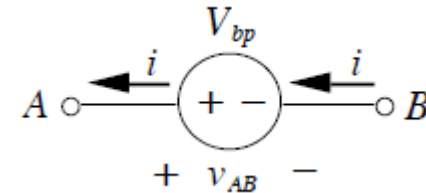


$$v_{AB} = V_1$$

$$v_{AB} = V_2$$

$$V_{bp} = V_1 = V_2$$

Tentsio sorgailu baliokidea



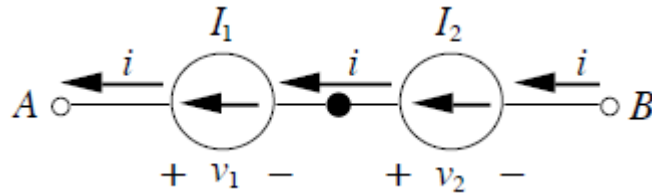
$$v_{AB} = V_{bp}$$

Zer gertatzen da ezberdinak badira?  
Zentzurik badauka paraleloan jartzea  
tentsio sorgailuak?



## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

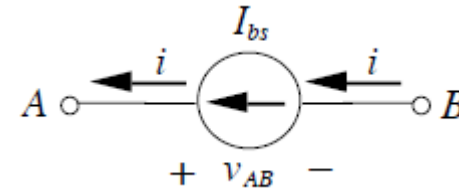
### ○ Korronte sorgailuak seriean



$$i = I_1$$

$$i = I_2$$

Korronte sorgailu baliokidea

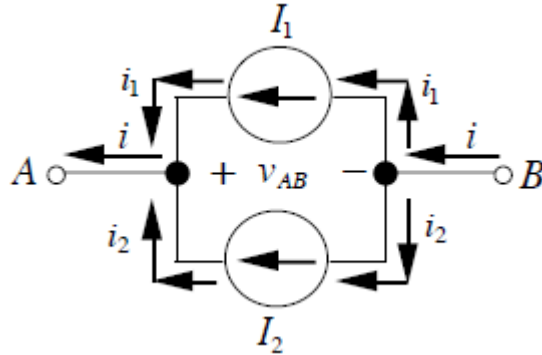


$$i = I_{bs}$$

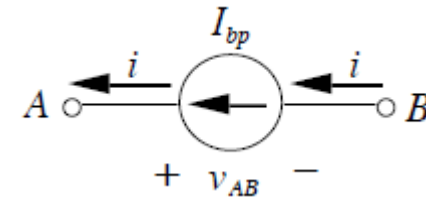
$$I_{bs} = I_1 = I_2$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

### ○ Korronte sorgailuak paraleloan



Korronte sorgailu baliokidea



$$i_1 = I_1$$

$$i_2 = I_2$$

$$i = I_{bp}$$

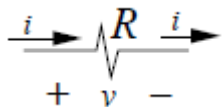
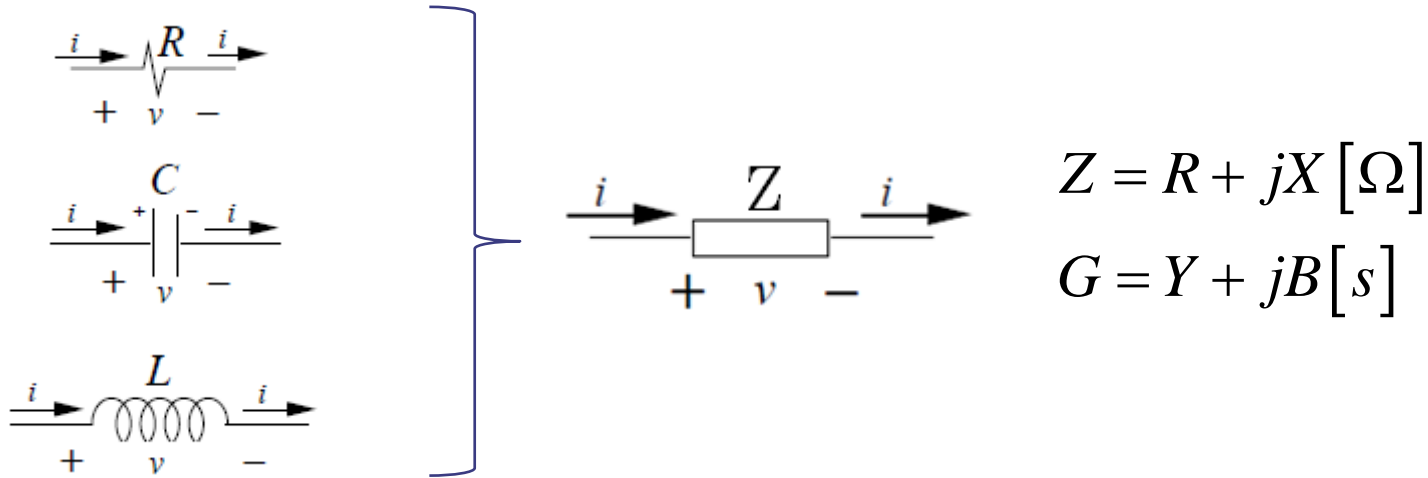
$$i = i_1 + i_2 = I_1 + I_2$$

$$I_{bp} = I_1 + I_2$$

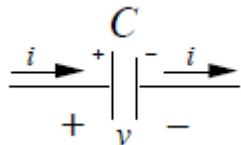
$$I_{bp} = \sum_i I_i$$

## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

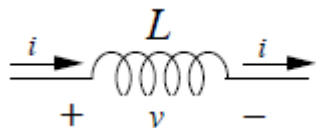
### ◦ Inpedantzia kontzeptua



$$Z_R = R$$



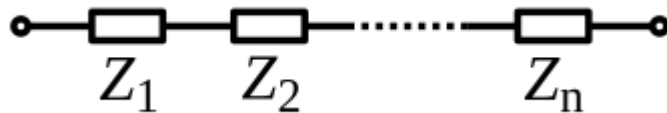
$$Z_c = -jX_c \rightarrow X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$



$$Z_L = jX_L \rightarrow X_L = \omega L = 2\pi fL$$

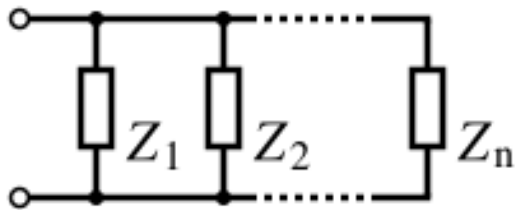
## 4. ELEMENTUEN SERIE ETA PARALELO ELKARKETAK

- Inpedantziak seriean



$$Z_{bs} = \sum_i Z_i$$

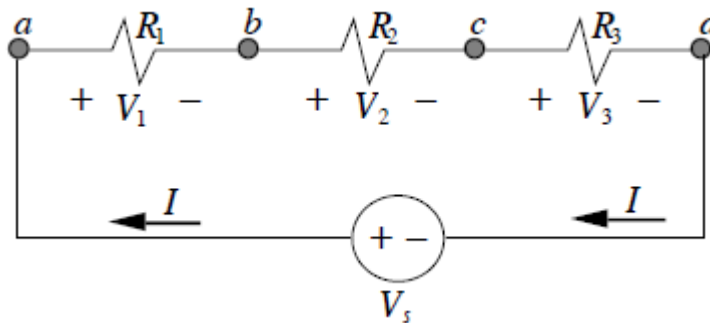
- Inpedantziak paraleloan



$$\frac{1}{Z_{bp}} = \sum_i \frac{1}{Z_i}$$

## 5. ELKARKETEN APLIKAZIOAK

### ○ Tentsio zatitzailea



$$V_s = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_1 = R_1 I, \quad V_2 = R_2 I, \quad V_3 = R_3 I$$

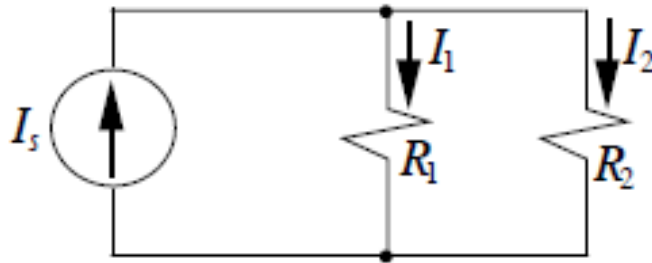
$$I = \frac{V_s}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V_s}{R_{bs}}$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_{bs}} V_s, \quad V_2 = \frac{R_2}{R_{bs}} V_s, \quad V_3 = \frac{R_3}{R_{bs}} V_s$$

$$V_i = \frac{R_i}{R_{bs}} V_s$$

## 5. ELKARKETEN APLIKAZIOAK

### ○ Korronte zatitzailea



$$I_s = I_1 + I_2 \quad V_1 = R_1 I_1, \quad V_2 = R_2 I_2, \quad V_{bp} = R_{bp} I_s$$

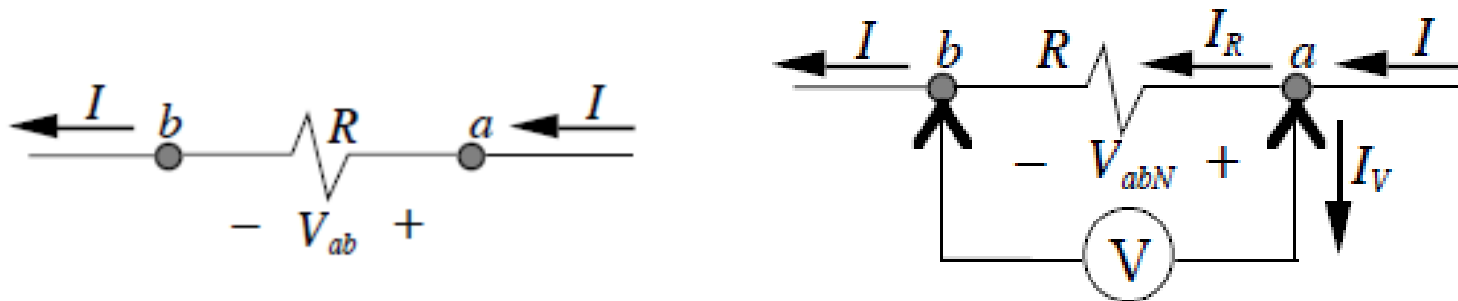
$$V_1 = V_2 = V_{bp}$$

$$I_1 = \frac{V_{bp}}{R_1} = \frac{R_{bp}}{R_1} I_s \quad I_2 = \frac{V_{bp}}{R_2} = \frac{R_{bp}}{R_2} I_s$$

$$I_i = \frac{V}{R_i} = \frac{R_{bp}}{R_i} I_s$$

## 6. TENTSIO ETA KORRONTE NEURKETAK

### ○ Voltmetroa



- a eta b puntuen artean neurtzen du tentsioa
- Voltmetroa konektatzean zirkuitua aldatzen dugu  
→ neurtu nahi dugun tentsioa aldatzen dugu
- Voltmetro ideal batean:

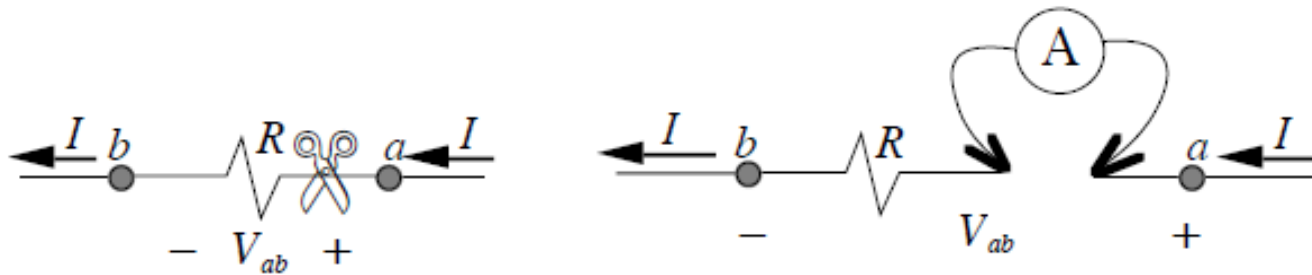
$$R_v = \infty \rightarrow I_v = 0 \rightarrow I_R = I \rightarrow V_{abN} = V_{ab}$$

- Voltmetro erreal batean:

$$R_v \gg R$$

## 6. TENTSIO ETA KORRONTE NEURKETAK

### ○ Anperemetroa



- ab adarreko korrontea neurtzen du
- Anperemetroa konektatzean zirkuitua aldatzen dugu  
→ neurtu nahi dugun korrontea aldatzen dugu
- Anperemetro ideal batean:

$$R_A = 0 \rightarrow V_A = 0 \rightarrow V'_{ab} = V_{ab} \rightarrow I_N = I$$

- Anperemetro erreal batean:

$$R_A \ll R$$