



10. GAIA – TRANSISTOREAK

Irakaslea: Jon Montalban Sanchez

Teknologia Elektronikoko Saila

5I20 – Bilboko Ingeniaritza Eskola (II Eraikina)

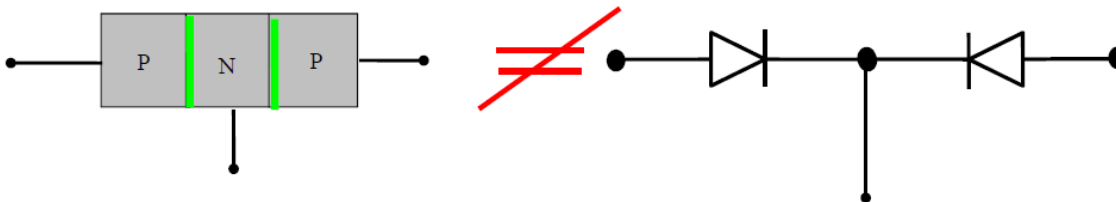
jon.montalban@ehu.eus

GAIAREN GAI-ZERREDA

1. Sarrera
2. Transistore motak
3. Transistore bipolarra (BJT)
4. Eremu efektuzko transistorea (FET)

1. SARRERA

- Bi PN juntura
- Triterminala
- **Aktiboa** → Elikatu behar da
- Tentsioz edo korrontez kontrolatua
- Funtzionamendu egoera desberdinak



2. TRANSISTORE MOTAK

◦ Transistore bipolarra (BJT)

- Elektroien eta hutsuneen mugimendua
- Kontrol magnitudea: **korrontea**
- Bi mota: PNP edo NPN

◦ Transistore unipolarra (FET)

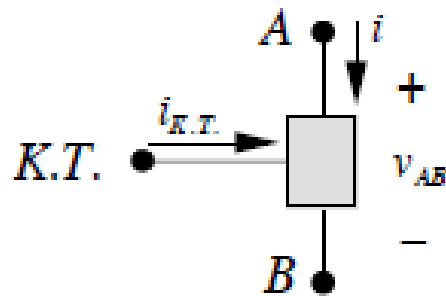
- Eremu efektuzko transistoreak
- Elektroien edo hutsuneen mugimendua
- Kontrol magnitudea: **tentsioa**
- Bi mota:
 - JFET
 - MOSFET (N kanalekoa edo P kanalekoa)

◦ Juntura bakarreko transistoreak (UJT)

- Oso konplexua → Ez ditugu ikusiko

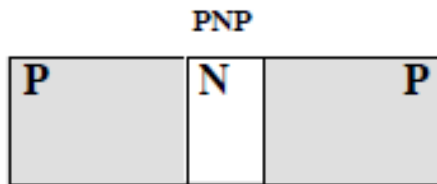
3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)

- **Kontrol magnitudea:** Korrontea

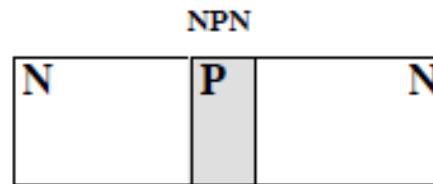
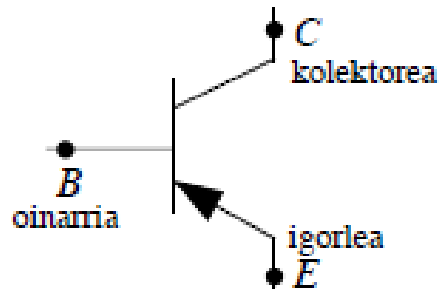


$$i = f(v_{AB}, i_{K.T.})$$

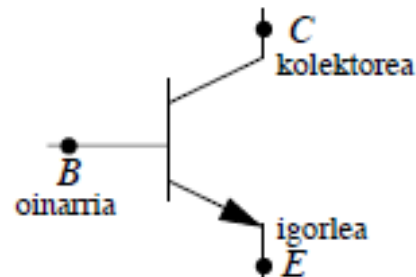
- Bi PN juntura



PNP transistore bipolarra



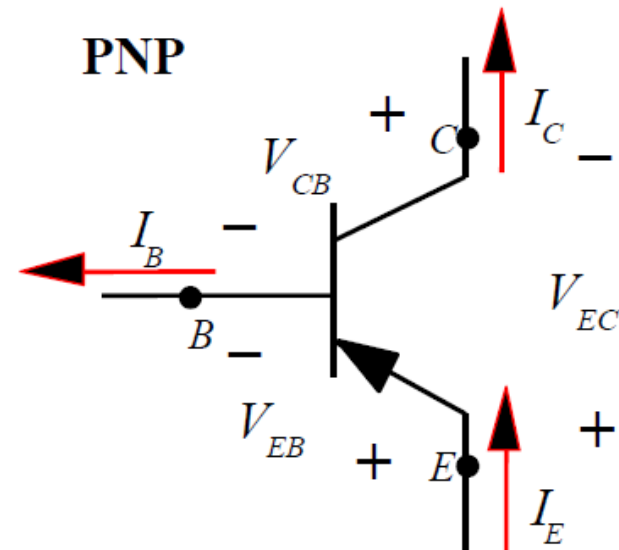
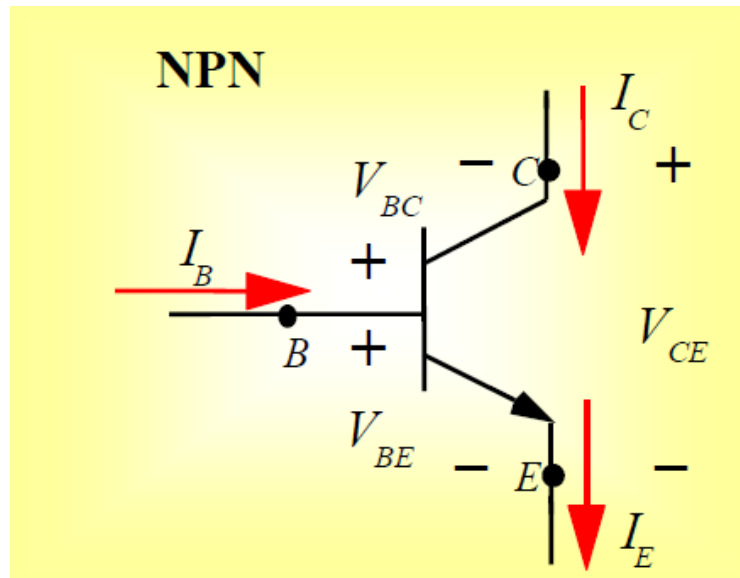
NPN transistore bipolarra



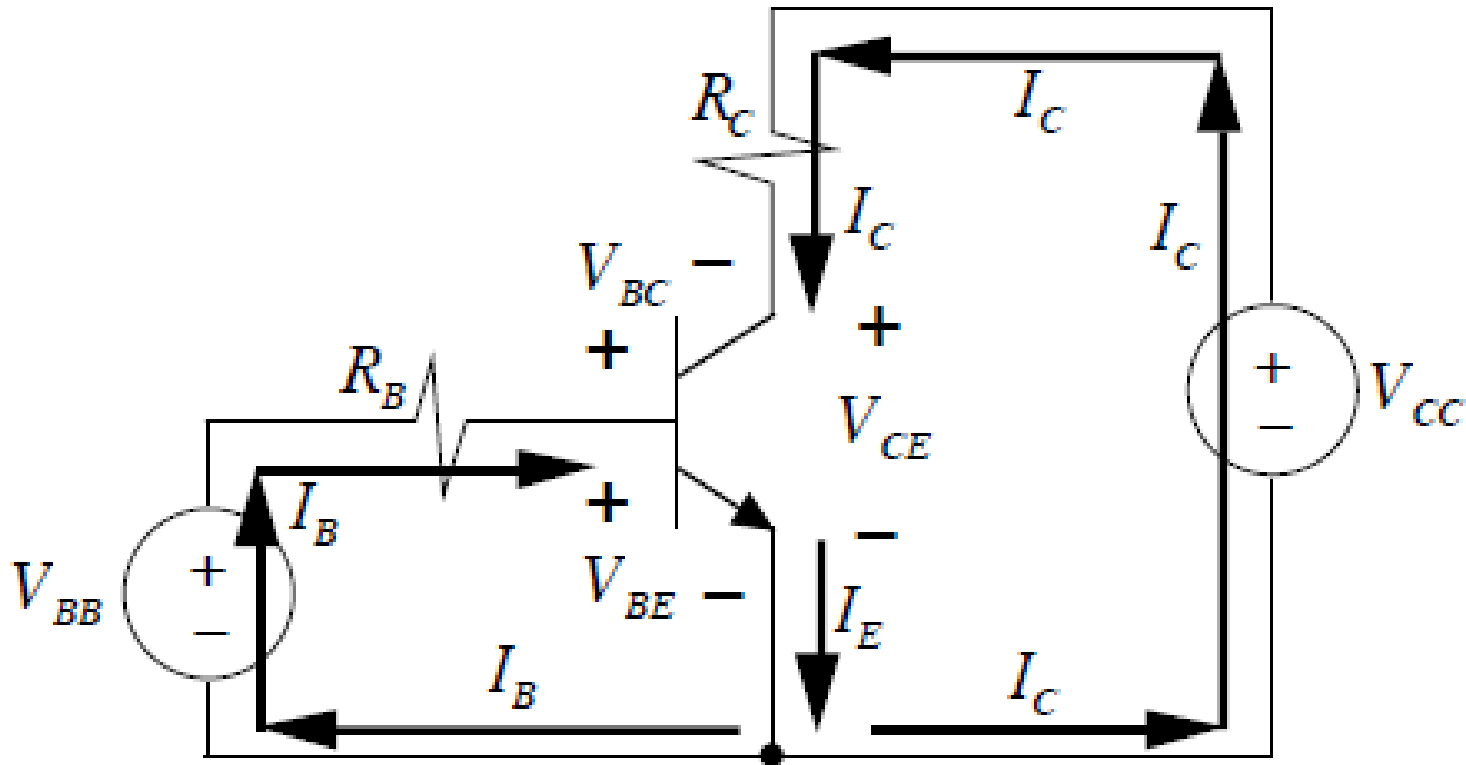
3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)

◦ Magnitudeak:

- Terminaletako korronteak I_C, I_B, I_E
- Potentzial diferentziak V_{BC}, V_{BE}, V_{CE}
- 2 portaera ekuazio
- Hitzarmena



3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)



$$1. I_E = I_B + I_C$$

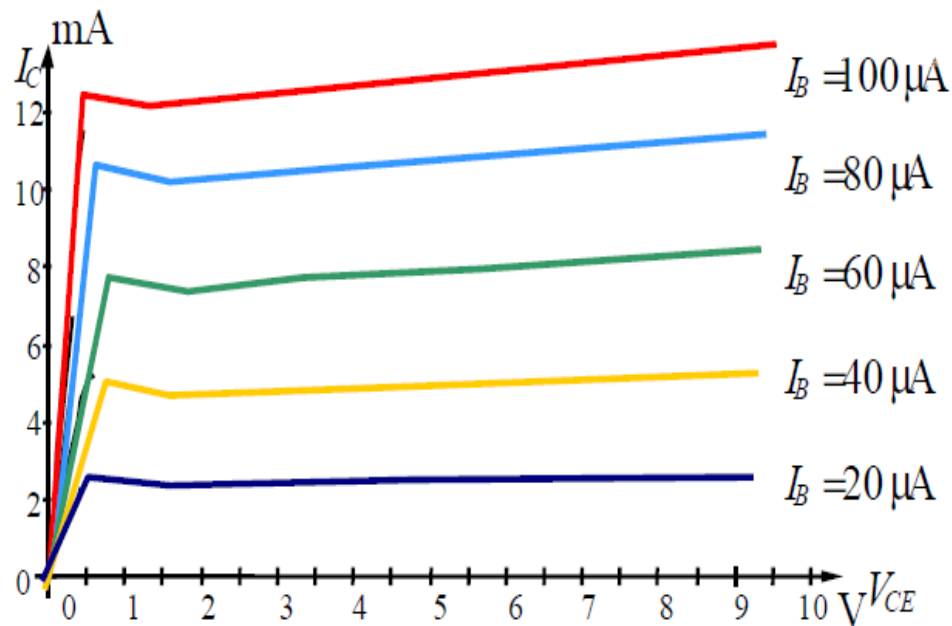
$$2. V_{BC} = V_{BE} - V_{CE}$$

$$3. V_{BB} = R_B I_B + V_{BE}$$

$$4. V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

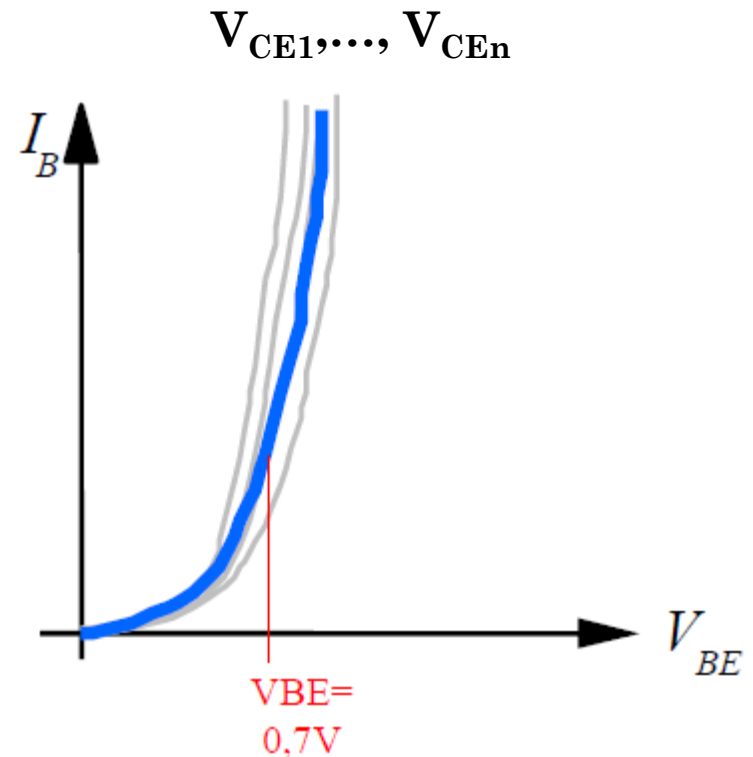
3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)

◦ Ezaugarri kurbak:



$$5. I_C = f(V_{CE}, I_B)$$

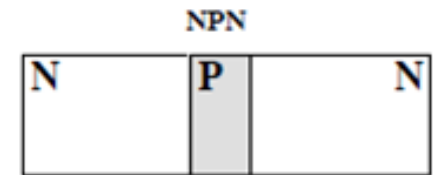
Irteera zirkuitua



$$6. I_B = g(V_{BE}, V_{CE})$$

Sarrera zirkuitua

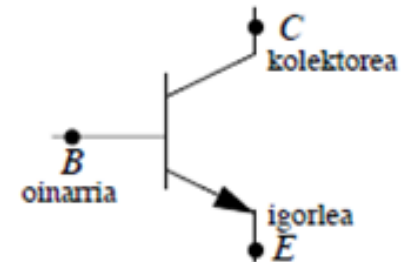
3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)



◦ Funtzionamendu egoerak:

- 2 PN juntura
 - $2^2=4$ funtzionamendu egoerak

NPN transistore bipolarra



Egoera	Etendura	Alderantzizko gune aktiboa	Gune aktiboa	Asetasuna
BE juntura	A.P.	A.P.	Z.P.	Z.P.
BC juntura	A.P.	Z.P.	A.P.	Z.P.

- Alderantzizko gune aktiboa ez da asko erabiltzen

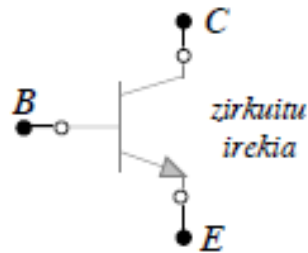
3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)

o Funtzionamendu egoerak (NPN):

Modeloa zirkuituan

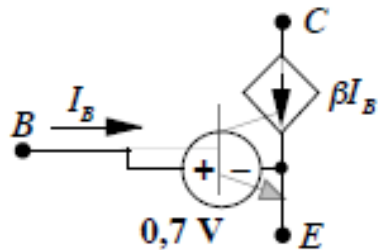
Ekuazioak Baldintza

Kortean:



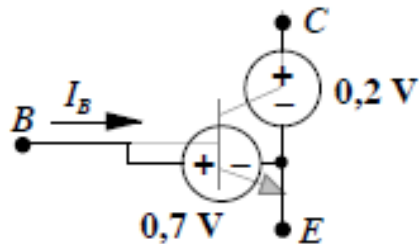
$$\begin{array}{l|l} I_B = 0 & V_{BE} \leq 0,7 \text{ V} \\ I_C = 0 & \end{array}$$

Z.A.A.-ean:



$$\begin{array}{l|l} V_{BE} = 0,7 \text{ V} & V_{CE} \geq 0,2 \text{ V} \\ I_C = \beta I_B & \end{array}$$

Asetasunean:



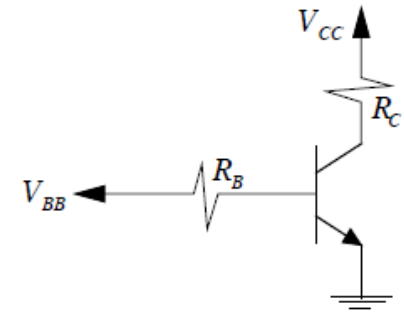
$$\begin{array}{l|l} V_{BE} = 0,7 \text{ V} & \frac{I_C}{I_B} \leq \beta \\ V_{CE} = 0,2 \text{ V} & \end{array}$$

1. $I_E = I_B + I_C$
2. $V_{BC} = V_{BE} - V_{CE}$
3. $V_{BB} = R_B I_B + V_{BE}$
4. $V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$
5. $I_C = f(V_{CE}, I_B)$
6. $I_B = g(V_{BE}, V_{CE})$

3. TRANSISTORE BIPOLARRA (BJT)

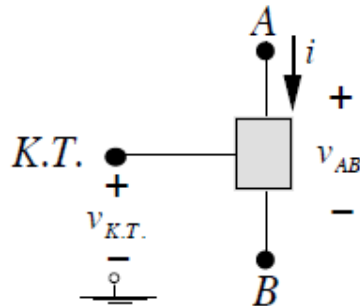
◦ Zenbakizko ebazpidea:

1. Idatzi zirkuituari dagozkion ekuazioak
2. Idatzi transistorearen portaera-ekuazioak
3. Hipotesia egin: transistorearen egoera funtzionamendua suposatu
4. Dagokion hurbilketa ordezkatu
5. Zirkuitua ebatzi
6. Hipotesia zuzena den egiaztatu
 - Zuzena ez bada 3. puntura bueltatu eta beste hipotesi bat egin
7. Zirkuituaren emaitza eman (polarizazio puntua)



4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

- **Kontrol magnitudea:** Potentzial diferentzia



$$i = f(v_{AB}, v_{K.T.})$$

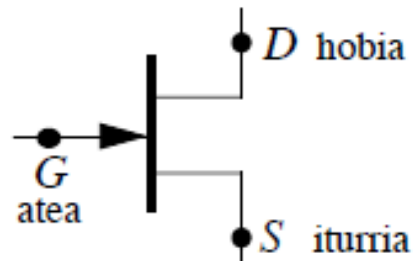
- Eremu elektrikoak funtzionamenduan eragina dauka
- **Korrontea:** bakarrik elektroien edo zuloen mugimendua, motaren arabera
- JFET eta MOSFET motakoak

4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

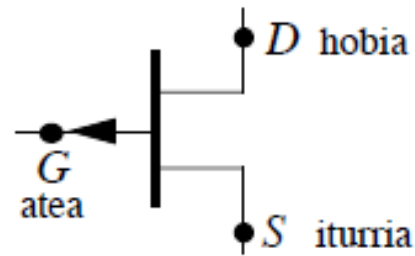
○ JFET – Ikurrak:

Ikurrak:

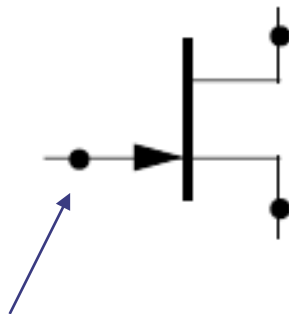
N kanaleko JFET transistorea



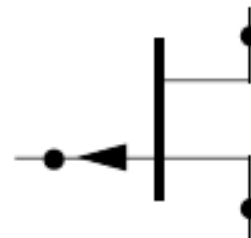
P kanaleko JFET transistorea



N kanaleko JFET transistorea



P kanaleko JFET transistorea

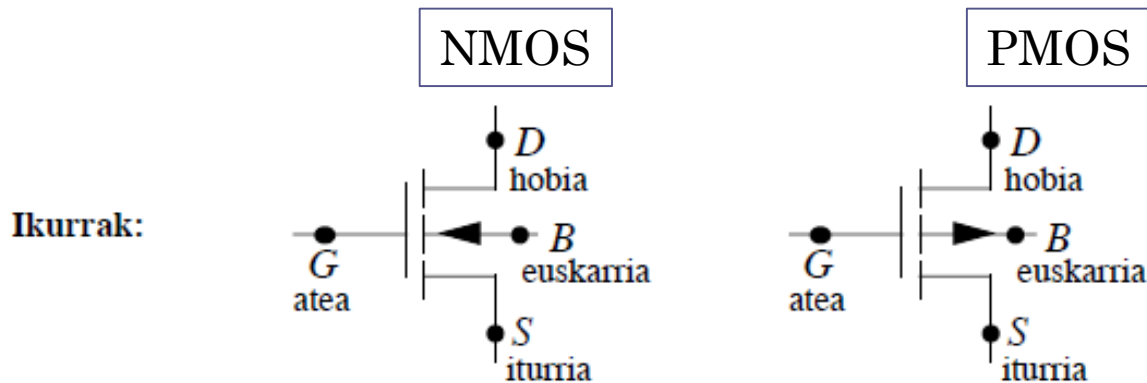


Atea iturritik gertu

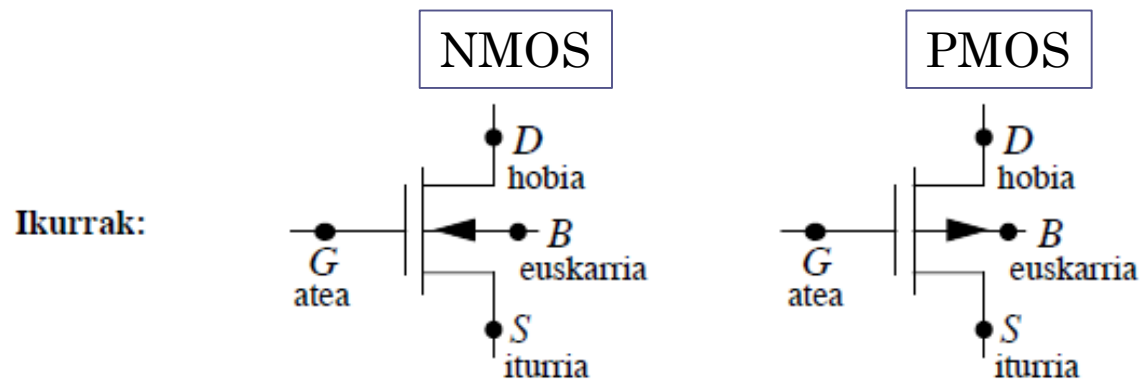
4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

◦ MOSFET – Motak:

- Ugaltze MOSFET: D eta S artean ez dago biderik



- Urritze MOSFET : D eta S artean bidea dago

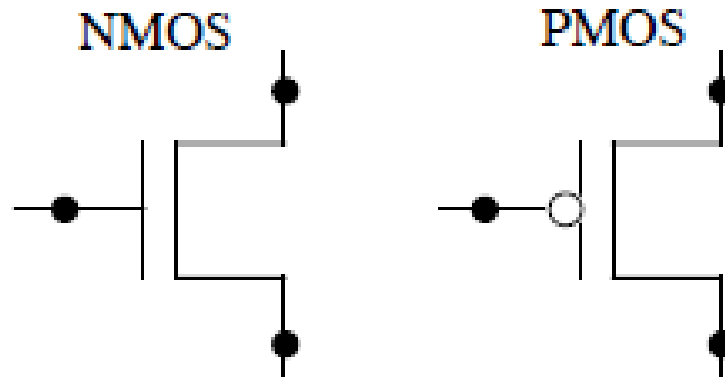


B: Oinarria/Euskarria ez da terminal bat. Transistorea eraikitzeko erabiltzen da

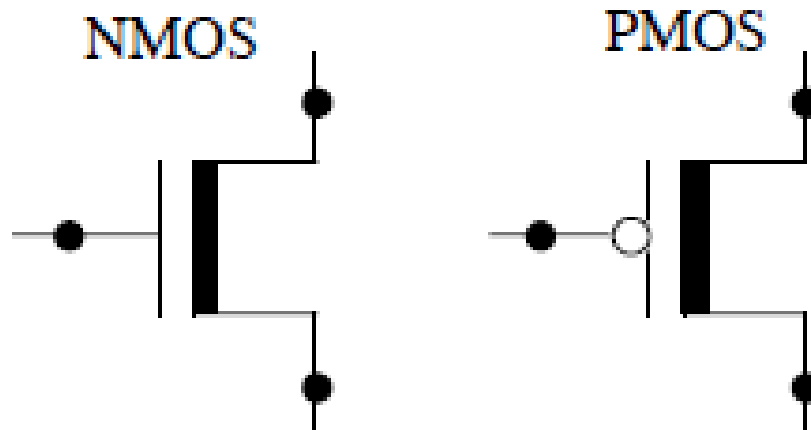
4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

◦ MOSFET – Motak (Beste Ikur batzuekin):

- Ugaltze MOSFET:



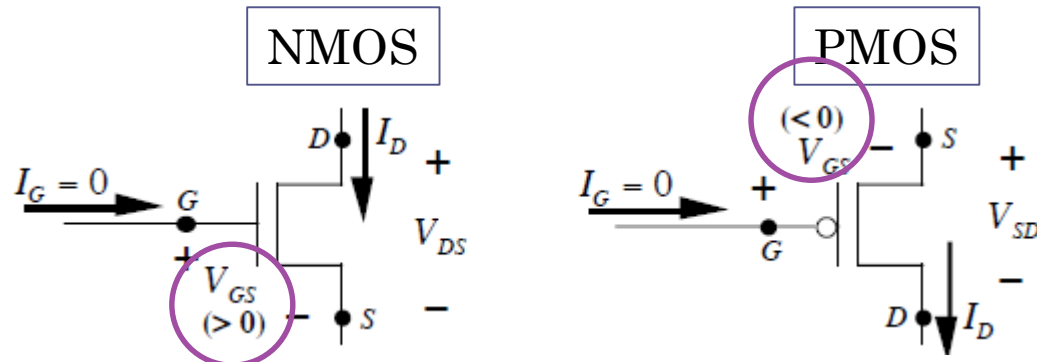
- Urritze MOSFET:



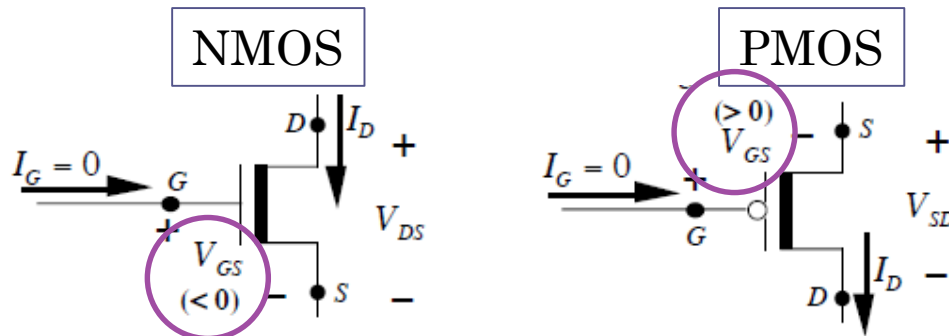
4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

◦ MOSFET – Magnitudeak:

- Hiru magnitude portaera analizatzeko (I_D , V_{DS} eta V_{GS})
- $I_G=0$ beti
- Polarizazioa egokia
 - Ugaltze \rightarrow Kanala sortu S eta D artean



- Urritze \rightarrow S eta D arteko kanala estutu

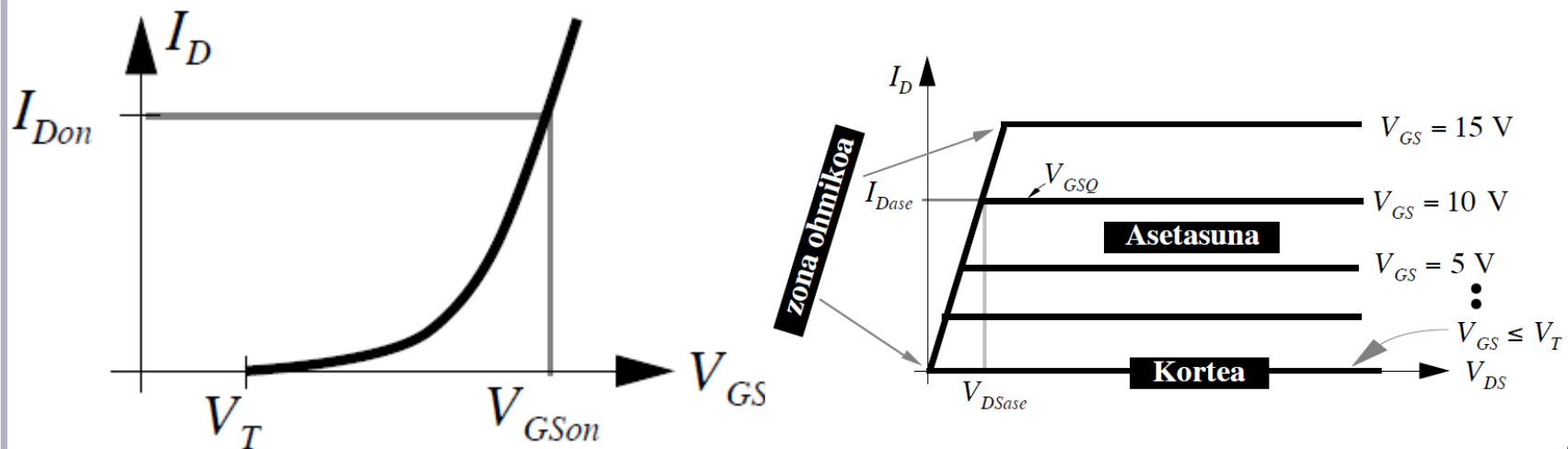


4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

N kanaleko ugaltze MOSFETa

- Operazio puntua: Q (I_{DQ} , V_{DSQ} , V_{GSQ})
- I_D , bi tentsioen funtzio: $I_D = f(V_{GS}, V_{DS})$
- Esperimentalki lortzen da
- **1. kurba:** V_{DS} mantendu, $I_D = f(V_{GS})$ (asetasunean)

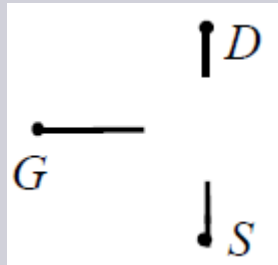
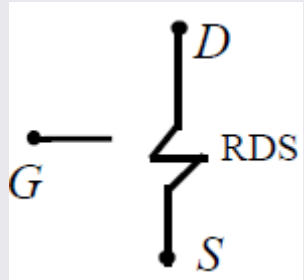
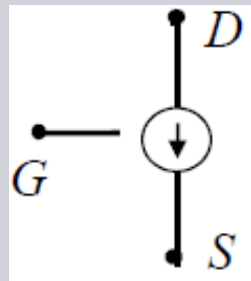
2. kurba: V_{GS} balio ezberdinentzat, $I_D = f(V_{DS})$



$$I_D = I_{Don} \cdot \left(\frac{V_{GS} - V_T}{V_{GSon} - V_T} \right)^2$$

4. EREMU EFEKTUZKO TRANSISTOREA (FET)

o N kanaleko ugaltze MOSFETa –

Egoera	Baldintzak	Ekuazioak	Eredua
Etendura	$V_{GSQ} \leq V_T$	$I_D = 0$	
Gune ohmikoa	$V_{GSQ} \geq V_T$ $V_{DSQ} \leq V_{DSsat}$	$I_D = \frac{V_{DSS}}{R_{DS}}$	
Asetasuna	$V_{GSQ} \geq V_T$ $V_{DSQ} \geq V_{DSsat}$	$I_D = K \cdot I_{Don}$ $K = \left(\frac{V_{GS} - V_T}{V_{GSon} - V_T} \right)^2$	



10. GAIA – TRANSISTOREAK

Irakaslea: Jon Montalban Sanchez

Teknologia Elektronikoko Saila

5I20 – Bilboko Ingeniaritza Eskola (II Eraikina)

jon.montalban@ehu.eus