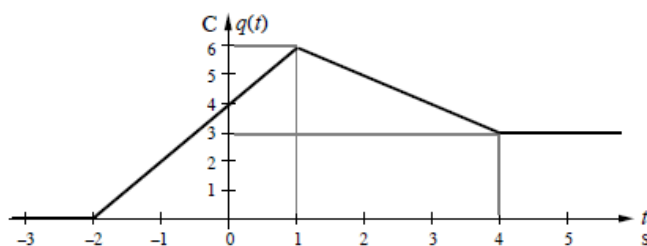


## KTO GA – Elektroinetika

1.) Eroale bateko puntu batetik eskuinerantz igaro den karga elektrikoaren kantitatea honako formula hauen bidez adieraz daiteke denboraren arabera ( $t$  segundotan, s; eta  $q$  coulombetan, C):

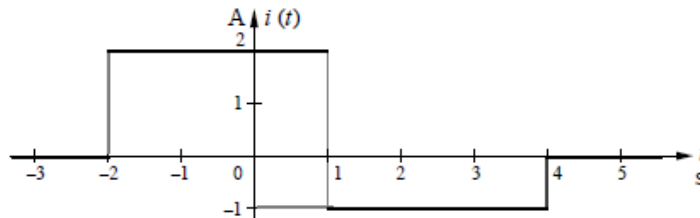
- $t \leq -2$              $q(t) = 0$
- $-2 \leq t \leq 1$          $q(t) = 2t + 4$
- $1 \leq t \leq 4$          $q(t) = 7 - t$
- $4 \leq t$                $q(t) = 3$

a) Marraz ezazu  $q(t)$  denboraren funtzioan. Zer azpimarratuko zenuke funtzio honi buruz?



Funtzio hori jarraitua dela azpimarratu behar da.

b) Kalkula ezazu puntu horretatik igaro den korrante elektrikoaren intentsitatea,  $i(t)$ , eta marraz ezazu funtzio hori.

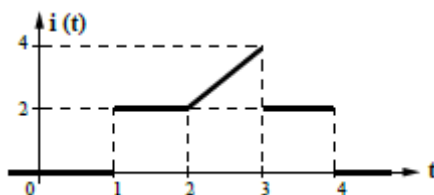


Nabaria da funtzio hori ez dela jarraitua.

2.) Eroale bateko puntu batetik segundo-erdi bakoitzean +3 C-eko karga bat igarotzen da eskuinerantz eta, aldi berean, segundo-heren bakoitzean -5 C-eko karga bat igarotzen da ezkererantz. Zenbatekoa da korrontearen intentsitatea puntu horretan?

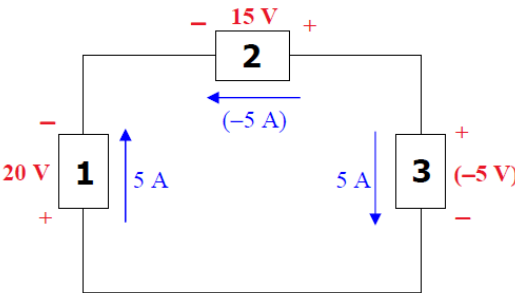
$$I = 21A$$

3.) Irudiko korrante aldakorra,  $i(t)$ , aintzat hartuz, kalkula ezazu erreferentzia-puntutik  $1 \leq t \leq 3$  denbora-tartean igaro den karga osoa ( $t$  segundotan, s; eta  $i$  anperetan, A).



$$\Delta q = 5C$$

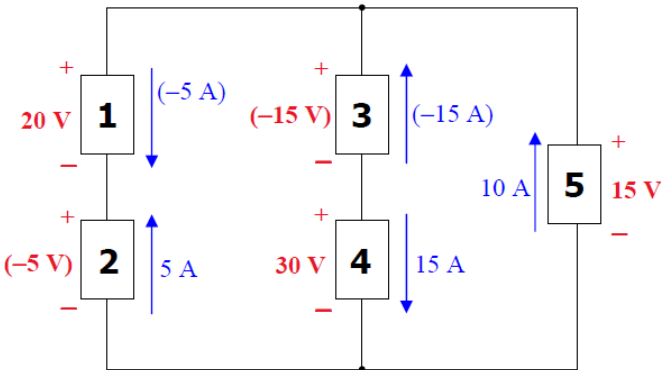
4.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.



Magnitudea	<div><div>1</div></div>	<div><div>2</div></div>	<div><div>3</div></div>
Korrontea	-5A	-5A	5A
Tentsioa	20V	15V	-5V
Potentzia	Px=100W	Pe=75W	Pe=25W
Eman/Xurgatu	Pasibo	Aktibo	Aktibo

Betetzen da potentzien balantzea

5.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.



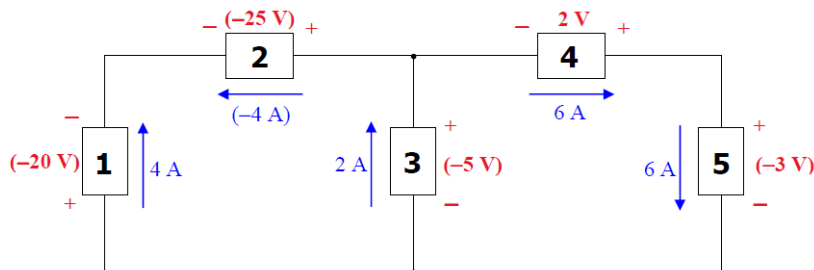
Magnitudea	<div><div>1</div></div>	<div><div>2</div></div>	<div><div>3</div></div>	<div><div>4</div></div>	<div><div>5</div></div>
Korrontea	-5A	5A	-15A	15A	10A
Tentsioa	20V	-5V	-15V	30V	15V
Potentzia	Pe=100W	Px=25W	Pe=225W	Px=450W	Pe=150W
Eman/Xurgatu	Aktibo	Pasibo	Aktibo	Pasibo	Aktibo

Betetzen da potentzien balantzea

6.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.

Erantzun hurrengo galderak ere:

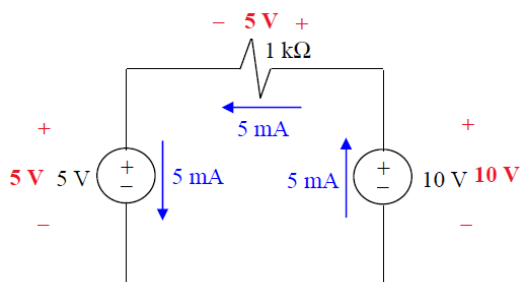
- a) Zenbateko potentzia ematen dute 1 eta 4 elementuek?  
 1. elementuak 80W ematen ditu  
 4. elementuak 12W ematen ditu
- b) Zenbateko potentzia xurgatzen dute 3 eta 5 elementuek?  
 3. elementuak 10W xurgatzen ditu  
 5. elementuak -18W xurgatzen ditu
- c) Zein motatako elementua da 2.? Aktiboa edo pasiboa. Zergatik?  
 2. elementua pasiboa da potentzia xurgatzen duelako

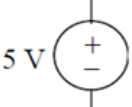
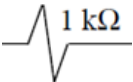
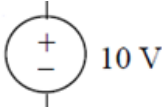


Magnitudea	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Korrontea	4A	-4A	2A	6A	6A
Tentsioa	-20V	-25V	-5V	2V	-3V
Potentzia	Pe=80W	Px=100W	Px=10W	Pe=12W	Pe=18W
Eman/Xurgatu	Aktibo	Pasibo	Pasibo	Aktibo	Aktibo

Betetzen da potentzien balantzea

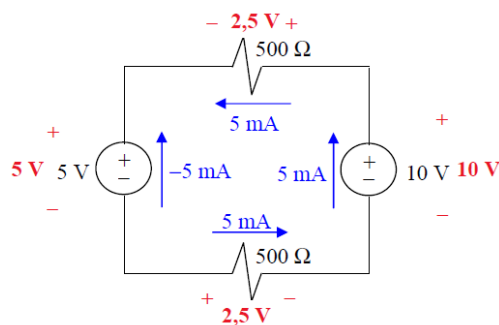
7.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.

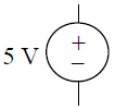
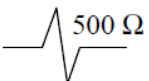
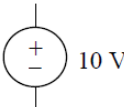
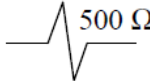


Magnitudea			
Korrontea	5mA	5mA	5mA
Tentsioa	5V	5V	10V
Potentzia	$P_x=25\text{mW}$	$P_x=25\text{mW}$	$P_e=50\text{mW}$
Eman/Xurgatu	Pasibo	Pasibo	Aktibo

Betetzen da potentzien balantzea

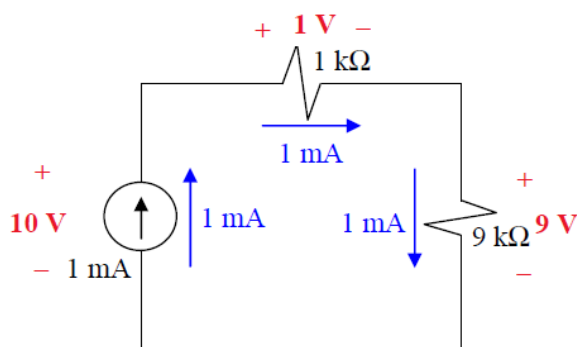
8.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.

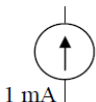
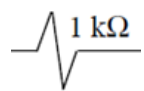
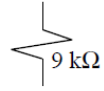


Magnitudea				
Korrontea	-5mA	5mA	5mA	5mA
Tentsioa	5V	2.5V	10V	2.5V
Potentzia	$P_x=25\text{mW}$	$P_x=12.5\text{mW}$	$P_e=50\text{mW}$	$P_x=12.5\text{mW}$
Eman/Xurgatu	Pasibo	Pasibo	Aktibo	Pasibo

Betetzen da potentzien balantzea

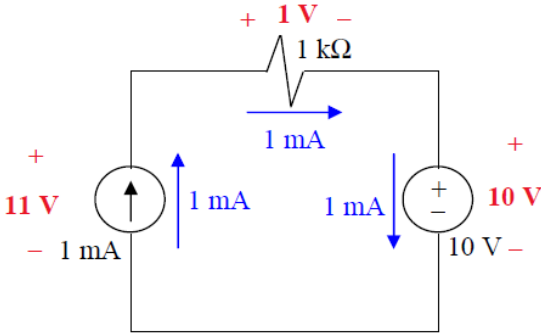
9.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.

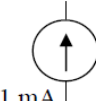
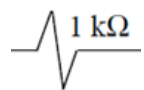
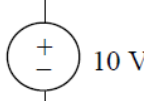


Magnitudea			
Korrontea	1mA	1mA	1mA
Tentsioa	10V	1V	9V
Potentzia	$P_e=10\text{mW}$	$P_x=1\text{mW}$	$P_x=9\text{mW}$
Eman/Xurgatu	Aktibo	Pasibo	Pasibo

Betetzen da potentzien balantzea

10.) Irudiko zirkuituko potentzia balantzea egin. Irudikatu taulan tentsio eta korronteen balioak eta tentsioak, baita potentzia ere eta esan zein elementu diren aktiboak eta zein pasiboak.

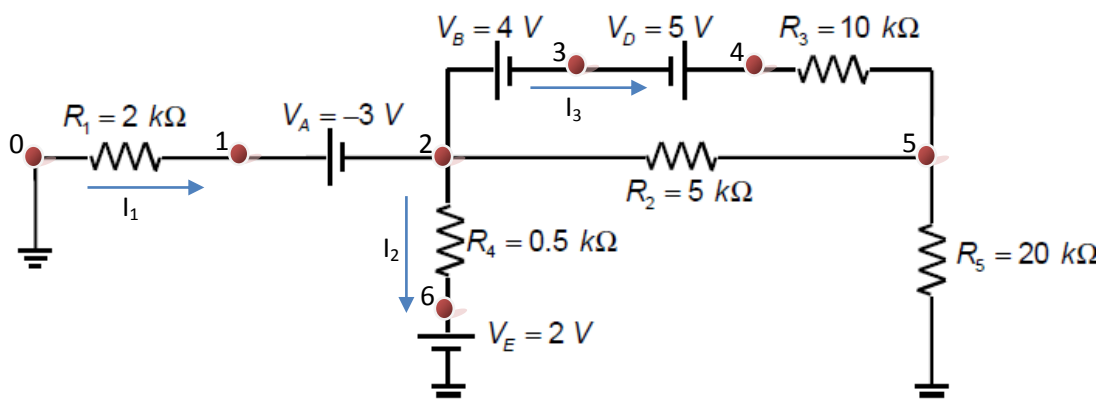


Magnitudea			
Korrontea	1mA	1mA	1mA
Tentsioa	11V	1V	10V
Potentzia	$P_e=11\text{mW}$	$P_x=1\text{mW}$	$P_x=10\text{mW}$
Eman/Xurgatu	Aktibo	Pasibo	Pasibo

Betetzen da potentzien balantzea

## KTO GA – Zirkuituetako oinarrizko legeak eta horien aplikazioak

1.) Hurrengo zirkuitu elektrikoa ebatzi nodo bakoitzeko lurrarekiko tentsioa kalkulatu.

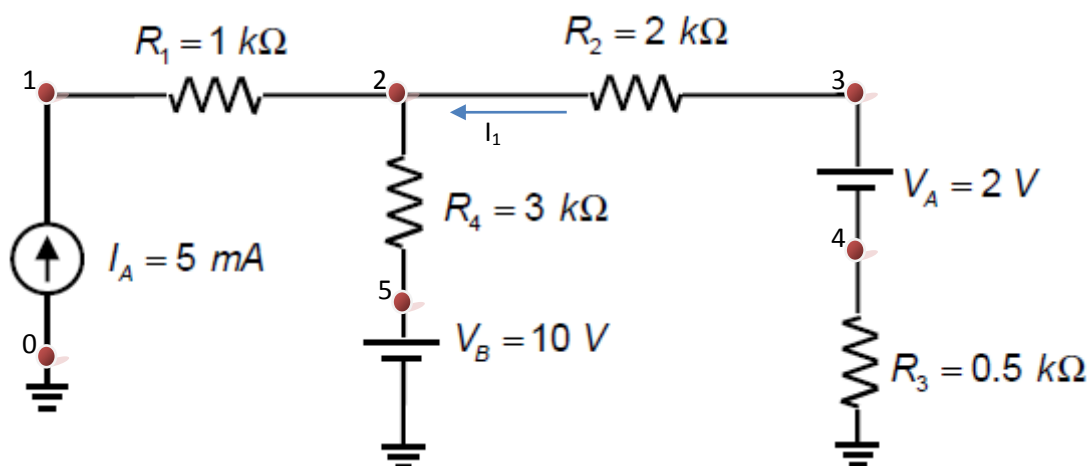


$$I_1 = 421.3 \mu A; I_2 = 314.6 \mu A; I_3 = 102.2 \mu A$$

$$e_1 = -0.84 V; e_2 = 2.16 V; e_3 = -1.84 V$$

$$e_4 = 3.16 V; e_5 = 2.13 V; e_6 = 2 V$$

2.) Hurrengo zirkuitu elektrikoa ebatzi nodo bakoitzeko lurrarekiko tentsioa kalkulatu.

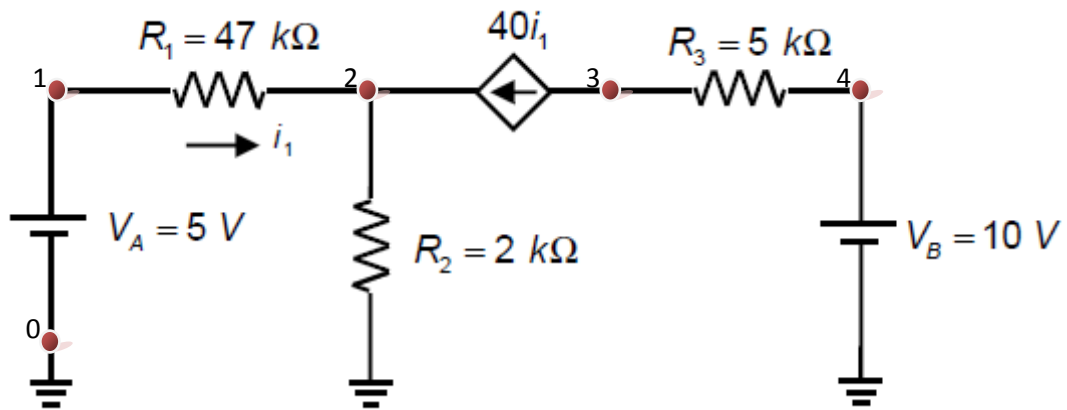


$$I_1 = -4.18 mA$$

$$e_1 = 17.45 V; e_2 = 12.45 V; e_3 = 4.1 V$$

$$e_4 = 2.1 V; e_5 = 10 V$$

3.) Hurrengo zirkuitu elektrikoa ebatzi nodo bakoitzeko lurrarekiko tentsioa kalkulatzuz.

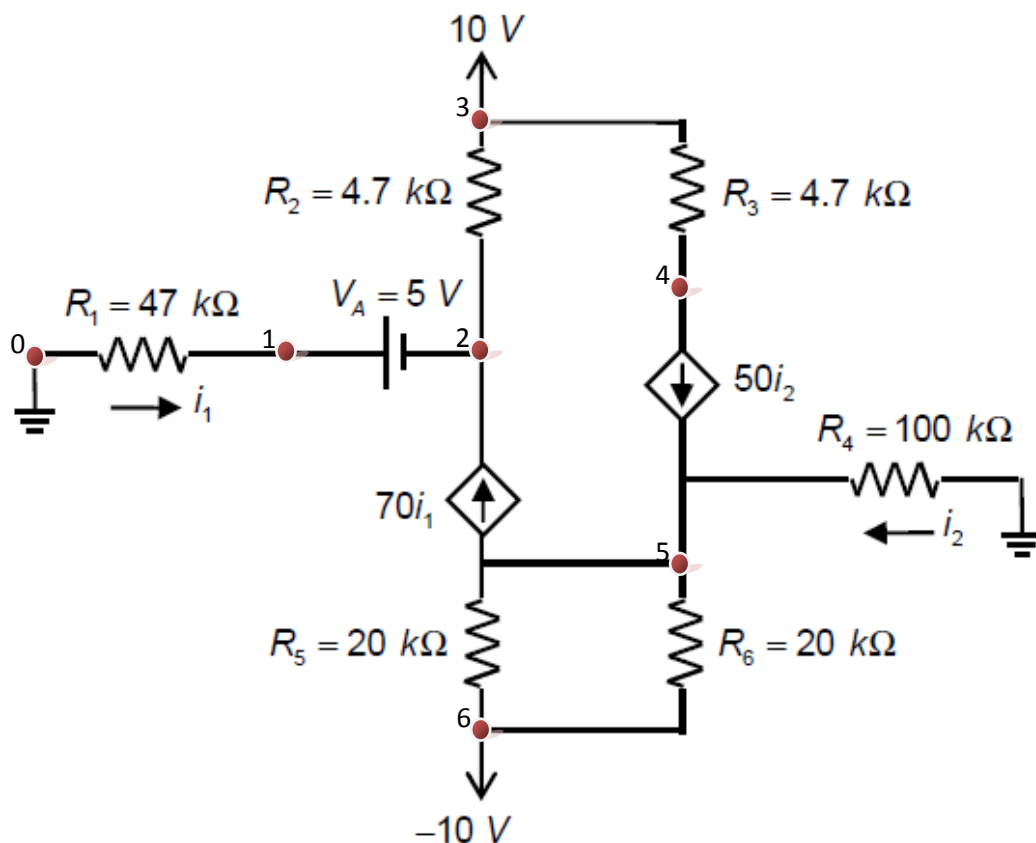


$$I_1 = 38.76 \mu A$$

$$e_1 = 5V; e_2 = 3.18V$$

$$e_3 = 2.25V; e_4 = 10V$$

4.) Hurrengo zirkuitu elektrikoa ebatzi nodo bakoitzeko lurrarekiko tentsioa kalkulatzuz.

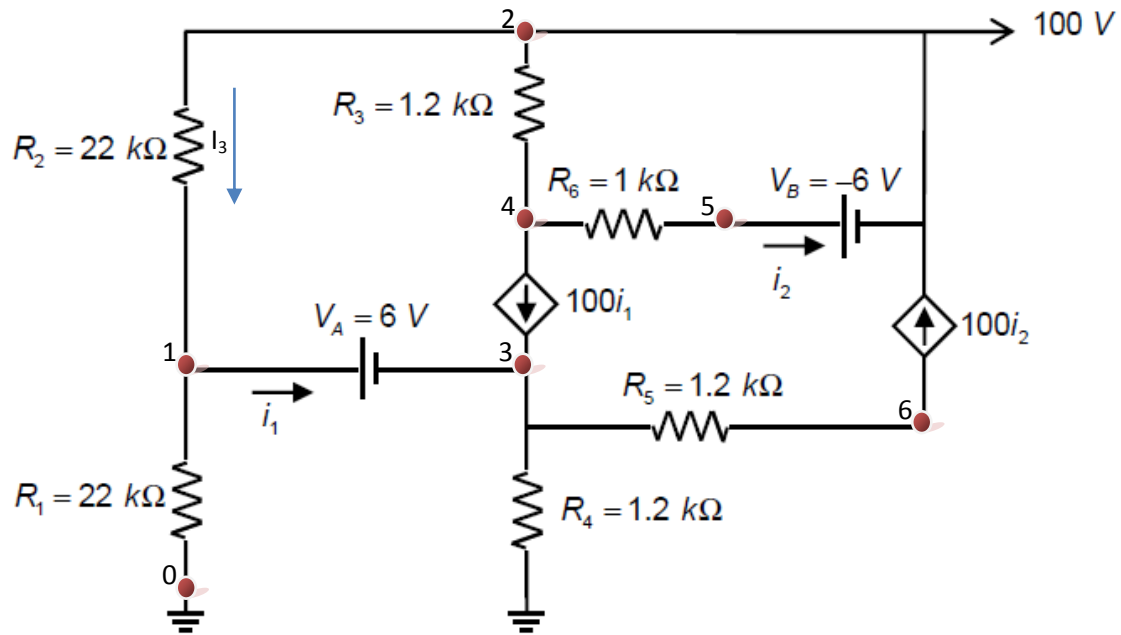


$$I_1 = -39.40 \mu A; I_2 = -28.85 \mu A$$

$$e_1 = 1.85V; e_2 = -3.15V; e_3 = 10V$$

$$e_4 = 16.77V; e_5 = 2.88V; e_6 = -10V$$

5.) Hurrengo zirkuitu elektrikoa ebatzi nodo bakoitzeko lurrarekiko tentsioa kalkulatuz.

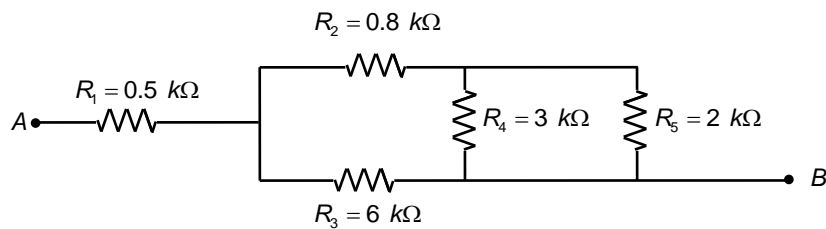


$$I_1 = 55.6 \mu A; I_2 = -305.4 \mu A; I_2 = 2.3 mA$$

$$e_1 = 49.4 V; e_2 = 100 V; e_3 = 43.4 V$$

$$e_4 = 93.7 V; e_5 = 94 V; e_6 = 80 V$$

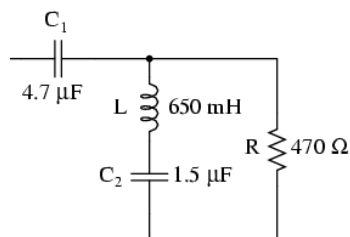
6.) Irudiko zirkuituaren erresistentzia baliokidea kalkulatu A eta B puntuen artean.



$$R_{Bal} = 2 k\Omega$$

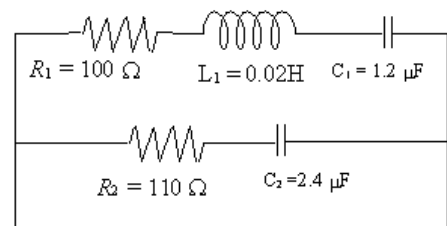
7.) Esandako maiztasunean ondoko zirkuituen inpedantzia baliokidea kalkulatu

a) 60 Hz:



$$Z_{Bal} = (429.15 - j696.79) \Omega$$

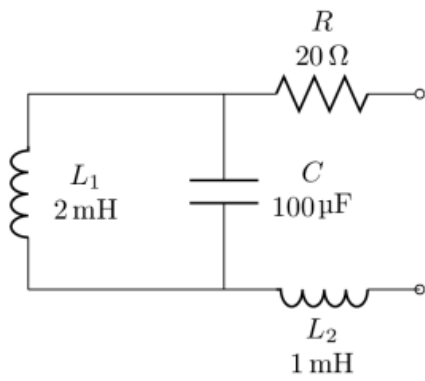
b) 60Hz:



$$Z_{Bal} = (59.9 - j736.5) \Omega$$

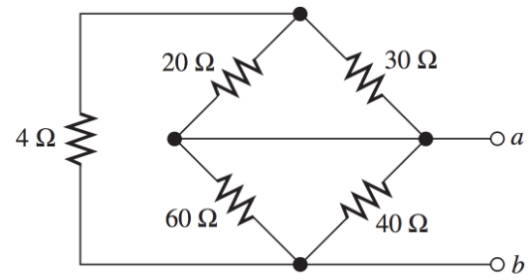


d) 2 kHz:



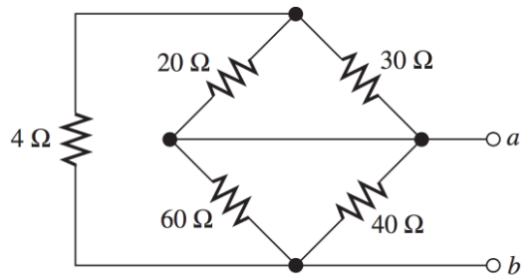
$$Z_{Bal} = (20 + j11.743) \Omega$$

f) 750 Hz:



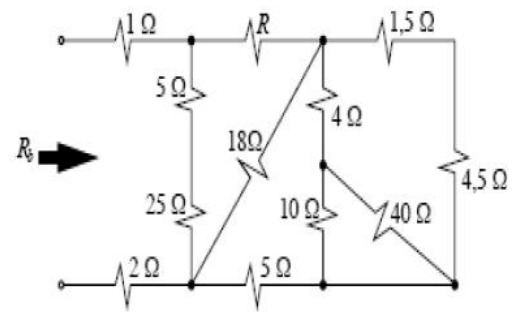
$$Z_{Bal} = 9.6 \Omega$$

e) 300 Hz:



$$Z_{Bal} = 9.6 \Omega$$

g)  $R = 14 \Omega$  eta  $f = 750 \text{ Hz}$ :



$$Z_{Bal} = 15 \Omega$$

## KTO GA – Zirkuituak analizatzeko oinarriko metodoak

1.) Hurrengo zirkuitu elektrikoan:

a) Erresistore guztien tentsio erorketak eta korronteak kalkulatu mailen metodo erabiliz.

$$I_{R_1} = 4.454mA; V_{R_1} = 4.454V$$

$$I_{R_2} = 4.545mA; V_{R_2} = 9.09V$$

$$I_{R_3} = -0.091mA; V_{R_3} = 0.91V$$

$$I_{R_4} = 4.454mA; V_{R_4} = 4.454V$$

b) Zirkuitu honen adarretako intentsitate guztiak kalkulatu, baita A eta B puntuen arteko potentzial diferentzia gainezarmen printzipioa erabiliz.

$$I_1 = 4.454mA; I_2 = 4.595mA; I_{R_3} = -0.091mA$$

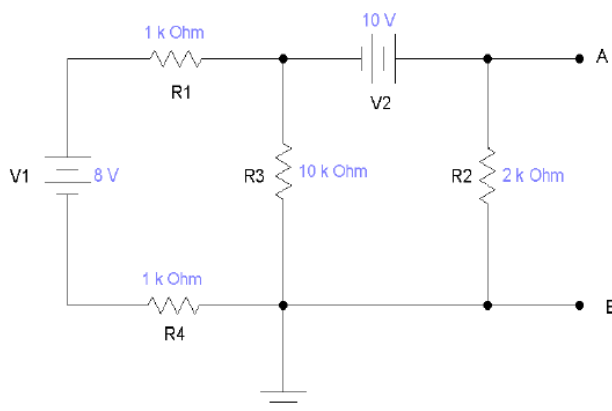
$$V_{AB} = 9.19V$$

d) Thévenin zirkuitu baliokidea kalkulatu A eta B puntuen artean.

$$V_{Th} = 9.1V; R_{Th} = 0.91k\Omega$$

e) Norton zirkuitu baliokidea kalkulatu A eta B puntuen artean.

$$I_{No} = 10mA; R_{No} = 0.91k\Omega$$



2.) Hurrengo zirkuitu elektrikoan:

a) Erresistore guztien tentsio erorketak eta korronteak kalkulatu mailen metodo erabiliz.

$$I_{R_1} = -1.5mA; V_{R_1} = -1.5V$$

$$I_{R_2} = 3.6mA; V_{R_2} = 7.3V$$

$$I_{R_3} = -1.5mA; V_{R_3} = -4.5V$$

$$I_{R_4} = 3.6mA; V_{R_4} = 14.6V$$

b) Zirkuitu honen adarretako intentsitate guztiak kalkulatu, baita A eta B puntuen arteko potentzial diferentzia gainezarmen printzipioa erabiliz.

$$I_1 = -1.5mA; I_2 = -5.16mA; I_{R_3} = 3.6mA$$

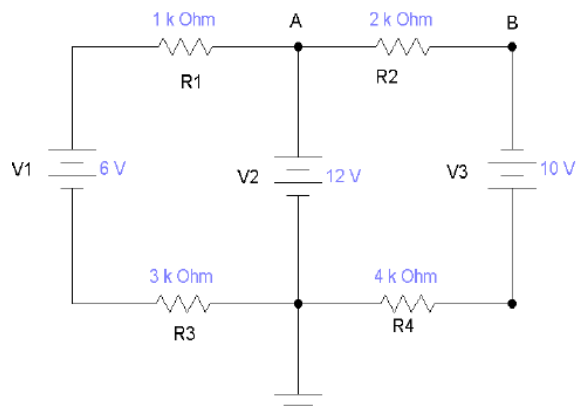
$$V_{AB} = 7.3V$$

d) Thévenin zirkuitu baliokidea kalkulatu A eta B puntuen artean.

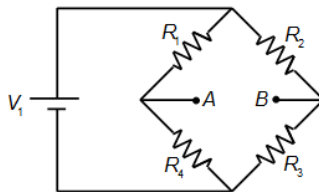
$$V_{Th} = 7.3V; R_{Th} = 1.3k\Omega$$

e) Norton zirkuitu baliokidea kalkulatu A eta B puntuen artean.

$$I_{No} = 5.5mA; R_{No} = 1.3k\Omega$$

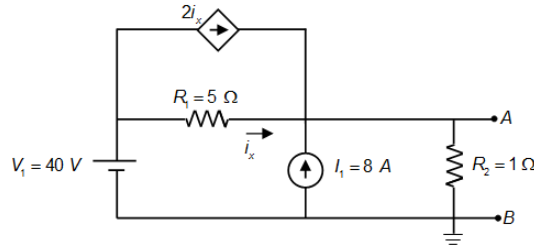


3.) Irudiko zirkuituaren Thevenin baliokidea lortu A eta B puntuen artean.



$$V_{Th} = V_1 \left( \frac{R_4}{R_4 + R_1} - \frac{R_3}{R_3 + R_2} \right); R_{Th} = (R_1 \parallel R_4) + (R_2 \parallel R_3)$$

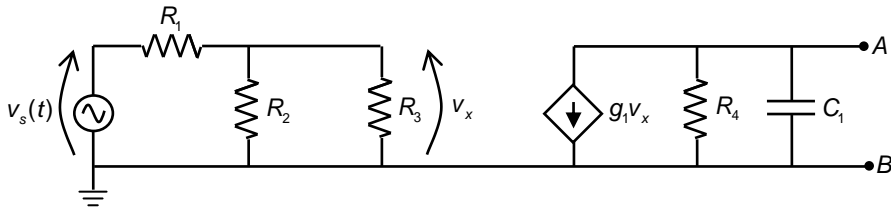
4.) Irudiko zirkuituaren Thevenin eta Norton baliokideak lortu A eta B puntuen artean.



$$V_{Th} = 20V; Z_{Th} = \frac{5}{8}\Omega$$

$$I_{No} = 32A; Z_{No} = \frac{5}{8}\Omega$$

5.) Irudiko zirkuituaren Thevenin baliokidea lortu A eta B puntuen artean.



$$V_{Th} = -g_1 (R_4 \parallel Z_{C_1}) \frac{R_2 \parallel R_3}{R_2 \parallel R_3 + R_1} V_s$$

$$Z_{Th} = Z_{C_1} \parallel R_4 = \frac{R_4}{1 + j\omega C_1 R_4}$$

$$Z_{C_1} = \frac{-j}{\omega C_1}$$

6.) Hurrengo zirkuitu elektrikoan:

a) Mailen metodoa erabiliz, adar guztien korronteak kalkulatu. Kalkulatu ere harila eta kondentsadore guztien tentsioak baita A eta B puntuen artean dagoen tentsioa ere.

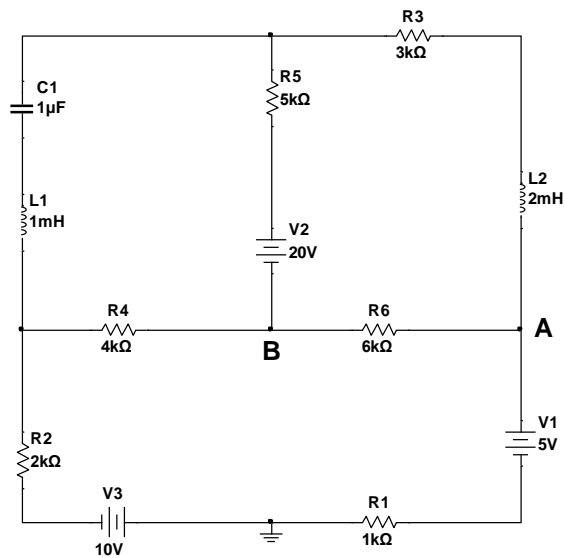
$$I_1 = -0.617mA; I_2 = 0mA; I_3 = 1.16mA; I_4 = 0.617mA; I_5 = -1.16mA; I_6 = -1.78mA$$

$$V_{L_1} = 0V; V_{L_2} = 0V; V_{C_1} = 16.67V; V_{AB} = 10.68V$$

b) Thevenin eta Norton zirkuitu baliokideak lortu A eta B puntuen artean.

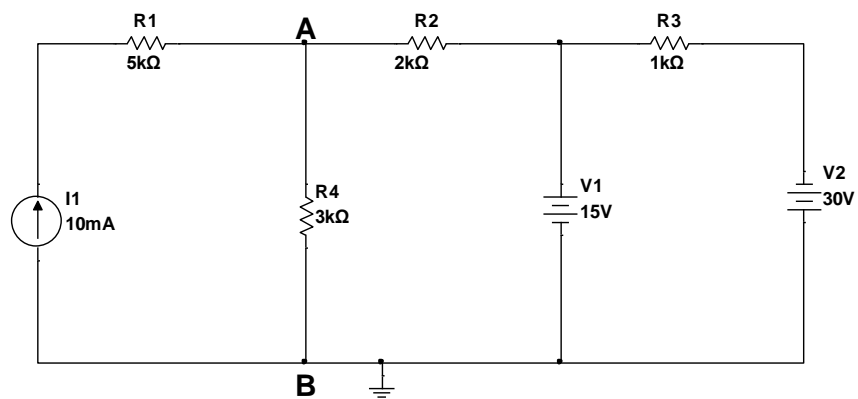
$$V_{Th} = 10.68V; Z_{Th} = 2.301k\Omega$$

$$I_{No} = 4.64mA; Z_{No} = 2301\Omega$$

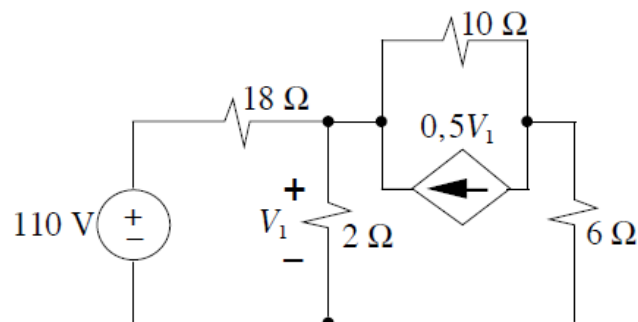


7.) Hurrengo zirkuituan gainezarmen printzipioa erabiliz A eta B puntuen arteko tentsioa kalkulatu.

$$V_{AB} = 21V$$



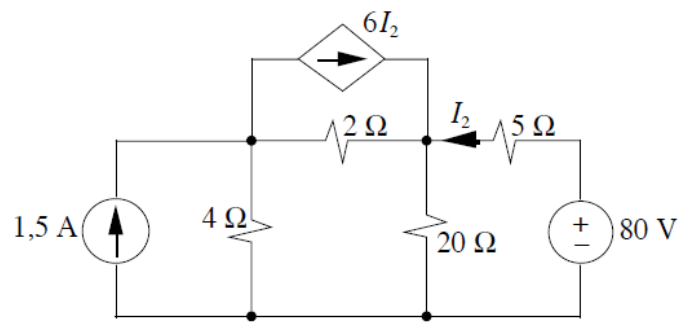
8.) Hurrengo zirkuitua analizatu mailen metodoa erabiliz.



$$I_1 = 5A; I_2 = 10A; I_3 = 5A; I_4 = 10A; I_5 = -5A$$

$$e_1 = 110V; e_2 = 20V; e_3 = -30V$$

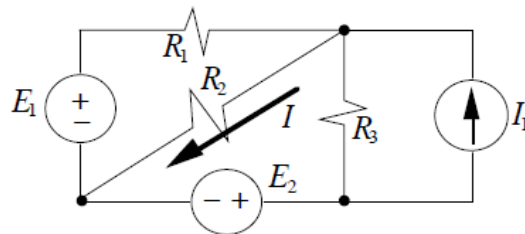
9.) Hurrengo zirkuitua analizatu mailen metodoa erabiliz.



$$I_1 = 1.5 A; I_2 = 2.5 A; I_3 = 24 A; I_4 = -4 A; I_5 = -25 A; I_6 = 3 A$$

$$e_1 = 10 V; e_2 = 60 V; e_3 = 80 V$$

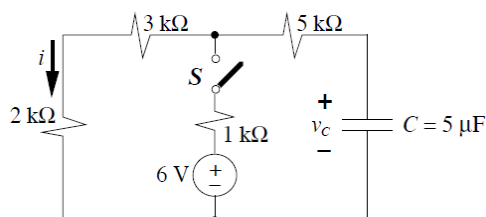
10.) Irudiko zirkuituan, kalkula ezazu  $I$  intentsitatea, gainezarpen printzipioa erabiliz.



$$I = \frac{1}{R_2} \left[ \frac{R_2 \parallel R_3}{(R_2 \parallel R_3) + R_1} E_1 + \frac{R_1 \parallel R_2}{(R_1 \parallel R_2) + R_3} E_2 + (R_1 \parallel R_2 \parallel R_3) I_1 \right]$$

## KTO GA – Zirkuitu elektriko en egoera iragankorra eta korrante alternoa

1.) Irudiko zirkuituan, etengailua  $t = 0$  unean ireki dugu, denbora luzez itxita egon ondoren.



a) Kalkula itzazu honako balio hauek:  $v_C(0^-)$ ,  $i(0^-)$ ,  $v_C(0^+)$ ,  $i(0^+)$ ,  $v_C(\infty)$ ,  $i(\infty)$ .

$$v_C(0^-) = 5V; i(0^-) = 1mA; v_C(0^+) = 5V; i(0^+) = 0.5mA; v_C(\infty) = 0V; i(\infty) = 0mA$$

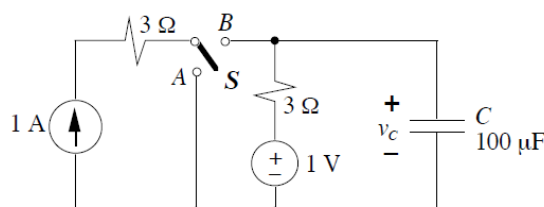
b) Zenbat denbora beharko du kondentsadoreak bere muturren arteko tentsioa 2,5 V-ekoa izan dadin?

$$t_{0.5} = 34.66ms = 0.69\tau$$

c) Etengailua denbora luzean irekita egon ondoren, berriro itxi dugu. Zenbat denbora beharko du kondentsadoreak oreka berri lortuko duen tentsioaren erdia lortzeko?

$$t_{0.5} = 20.22ms = 0.69\tau$$

2.) Irudiko zirkuituan:



a) Kalkula ezazu zenbat balio duen kondentsadorearen borneen arteko potentzial-diferentziak etengailua denbora luzez A posizioan egon ondoren.

$$v_C(\infty_A) = 1V$$

b)  $t = 0$  unean etengailua B posiziora eramaten badugu, kalkula ezazu zenbat denbora beharko duen kondentsadoreak egoera egonkorrean edukiko zukeen kargaren %90 lortzeko.

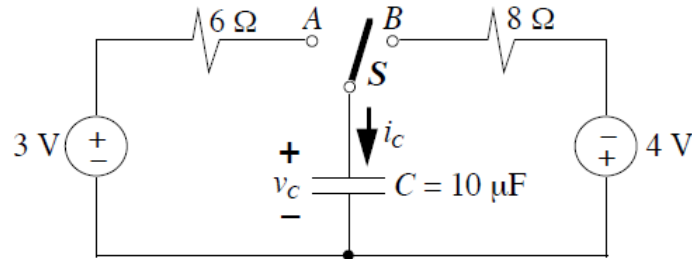
$$t_{0.9} = 604.5\mu s$$

c) Etengailua B posizioan denbora luzez egon ondoren,  $t' = 0$  unean berriro A posiziora eramaten badugu, kalkula ezazu zenbatekoa izango den kondentsadorearen muturren arteko tentsioa 150  $\mu s$  pasatu ondoren.

$$v_C(150) = 2.82V$$

3.) Irudiko zirkuituan, idatz itzazu gerta daitezkeen bi egoera iragankorrek islatzen dituzten ekuazioak, hots, etengailua B posiziotik A posiziora pasatzen denean, eta, alderantziz, A posiziotik B posiziora, horretarako posizio bakoitzean denbora luzea igaroko dela suposatuz. Bi kasu horietan, adieraz itzazu argi eta garbi honako balio hauek:

$$v_C(0^-), i_C(0^-), v_C(0^+), i_C(0^+), v_C(\infty), i_C(\infty).$$



$$\begin{aligned} v_C(0^-_A) &= -4V; i_C(0^-_A) = 0A; v_C(0^+_A) = -4V; i_C(0^+_A) = \frac{7}{6}A; v_C(\infty_A) = 3V; i_C(\infty_A) = 0A \\ v_C(0^-_B) &= 3V; i_C(0^-_B) = 0mA; v_C(0^+_B) = 3V; i_C(0^+_B) = -\frac{7}{8}A; v_C(\infty_B) = -4V; i_C(\infty_B) = 0A \\ \tau_A &= R_A \cdot C = 60\mu s; v_{C_A}(t') = 3 - 7 \cdot e^{-\frac{t'}{60}}; I_{C_A}(t') = \frac{7}{6} \cdot e^{-\frac{t'}{60}} \\ \tau_B &= R_B \cdot C = 80\mu s; v_{C_B}(t) = 7 \cdot e^{-\frac{t}{80}} - 4; I_{C_B}(t) = -\frac{7}{8} \cdot e^{-\frac{t}{80}} \end{aligned}$$

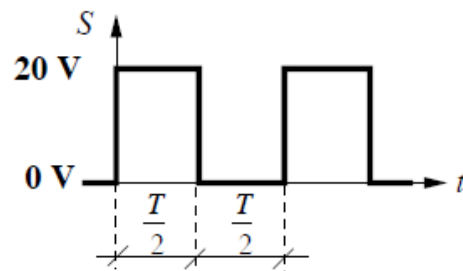
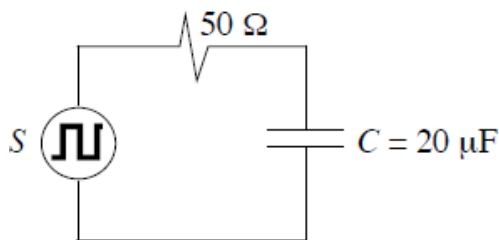
4.) Irudiko zirkuituan, kalkula ezazu zenbatekoa izan daitekeen sarrerako seinale karratuaren maiztasun maximoa honako bi kasuetan:

a) Gutxienez lau denbora-konstanteko tartea eman nahi badiogu kondentsadoreari kargatzeko zein deskargatzeko (%98an, alegia)

$$f_{\max} = \frac{1}{8\tau} = 125Hz$$

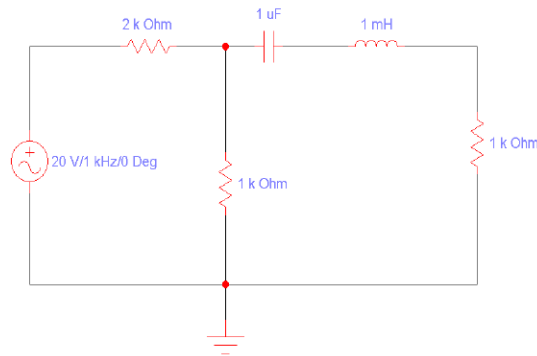
b) Kondentsadorea gutxienez %95ean karga zein deskarga dadin.

$$t_{0,95} = 3\tau; f_{\max} = 166.67Hz$$





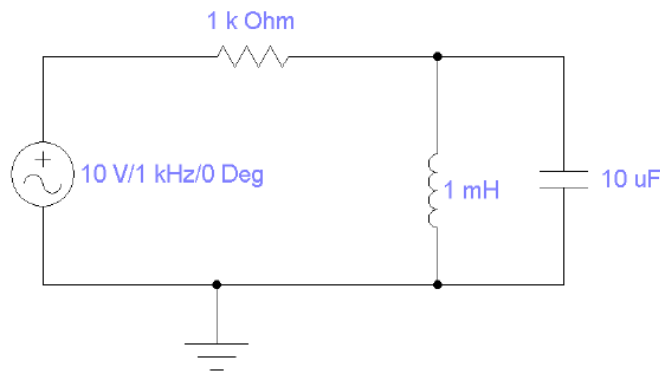
5.) Hurrengo zirkuituko adar guztien korronteak kalkulatu baita harilan eta kondentsadorean erortzen den tentsioa ere.



$$\tilde{I}_{R2k} = 7.990 \angle 0.87^\circ \text{ mA}; \tilde{I}_{R1k} = 4.029 \angle -3.457^\circ \text{ mA}; \tilde{I}_{RCL} = 3.984 \angle 5.243^\circ \text{ mA}$$

$$\tilde{V}_C = 0.634 \angle -84.757^\circ \text{ V}; \tilde{V}_L = 25.031 \angle 95.243^\circ \text{ mV}$$

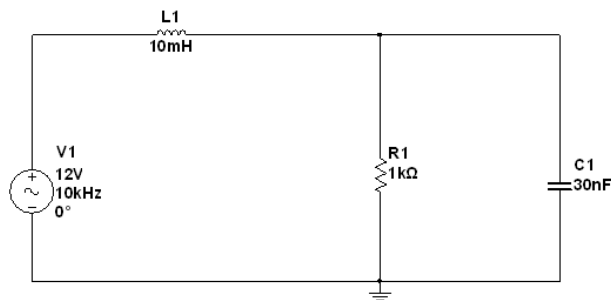
6.) Hurrengo zirkuituko adar guztien korronteak kalkulatu baita harilan eta kondentsadorean erortzen den tentsioa ere.



$$\tilde{I}_R = 9.999 \angle -0.595^\circ \text{ mA}; \tilde{I}_L = 16.521 \angle -0.595^\circ \text{ mA}; \tilde{I}_C = 6.522 \angle 179.405^\circ \text{ mA}$$

$$\tilde{V}_C = \tilde{V}_L = 103.804 \angle 89.405^\circ \text{ mV}$$

7.) Hurrengo zirkuituko adar guztien korronteak kalkulatu baita harilan eta kondentsadorean erortzen den tentsioa ere.

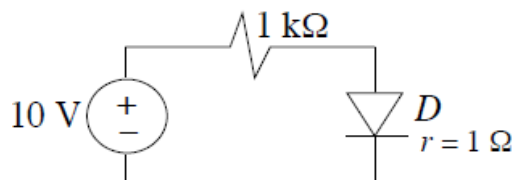


$$\tilde{I}_R = 18.57 \angle -105.52^\circ \text{ mA}; \tilde{I}_L = 29.56 \angle -195.52^\circ \text{ mA}; \tilde{I}_C = 35 \angle 18.52^\circ \text{ mA}$$

$$\tilde{V}_L = 24.899 \angle 46.52^\circ \text{ mV}; \tilde{V}_C = \tilde{V}_R = 18.57 \angle -105.52^\circ \text{ mV}$$

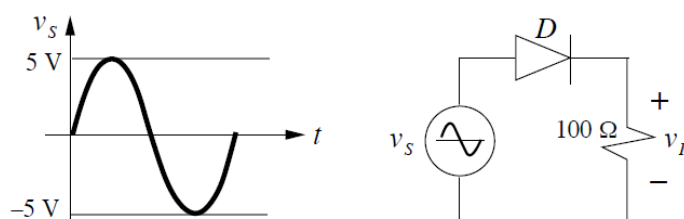
## KTO GA – Diodoak

1.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua, hots, kalkula itzazu elementu guztietako tentsioak eta korronteak, eta aldera itzazu soluzioak diodoaren hiru hurbilketak erabiliz:



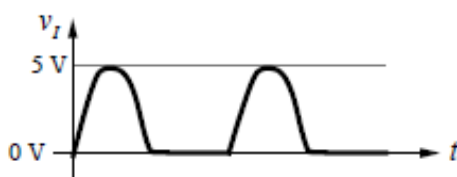
1. Hurbilketa:  $I_D = 10\text{mA}$ ;  $V_D = 0\text{V}$ ;  $V_R = 10\text{V}$
2. Hurbilketa:  $I_D = 9.3\text{mA}$ ;  $V_D = 0.7\text{V}$ ;  $V_R = 9.3\text{V}$
3. Hurbilketa:  $I_D = 9.29\text{mA}$ ;  $V_D = 0.71\text{V}$ ;  $V_R = 9.29\text{V}$

2.) Irudiko zirkuiturako kalkula ezazu diodotik igarotzen den korronte maximoa eta marraz ezazu irteera-tentsioa diodoaren hiru hurbilketatarako. (Suposa ezazu diodoaren barne-erresistentzia  $0,2\ \Omega$ -ekoa dela.)

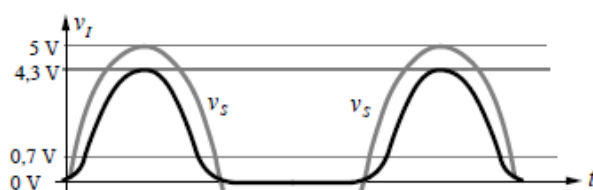


1. Hurbilketa:  $I_{\max} = 50\text{mA}$
2. Hurbilketa:  $I_{\max} = 43\text{mA}$
3. Hurbilketa:  $I_{\max} = 42.91\text{mA}$

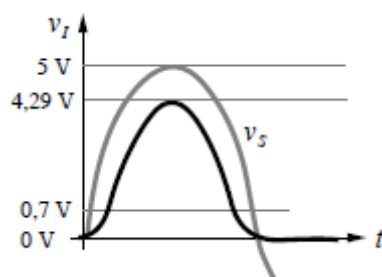
1. hurbilketa:



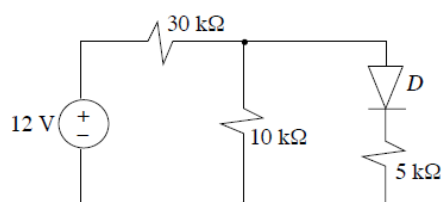
2. hurbilketa:



3. hurbilketa:

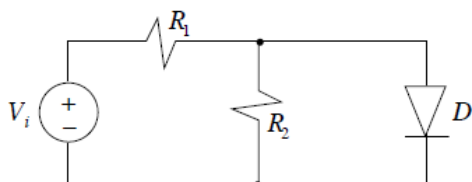


3.) Ebatz ezazu irudiko zirkuitua, diodoarentzat bigarren hurbilketa erabiliz.



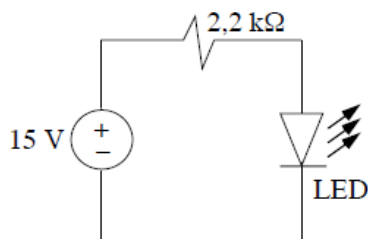
$$I_1 = 0.346mA; I_2 = 0.162mA; I_D = 0.184mA; V_D = 0.7V$$

4.) Irudiko zirkuiturako, esan zenbatekoa den  $V_i$  tentsioaren balio minimoa diodoak korrontea eroan dezan (erabili diodoaren bigarren hurbilketa).  $R_1$  eta  $R_2$  erresistentzien balioak ezagunak dira.



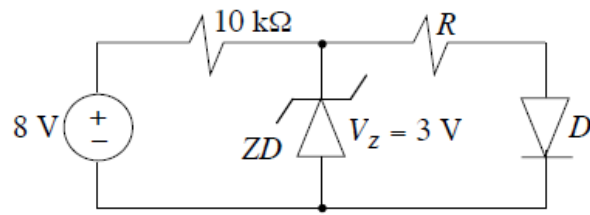
$$V_i \geq \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot 0.7V$$

5.) Irudiko zirkuitu sinplean, LED diodoa piztuko al da?



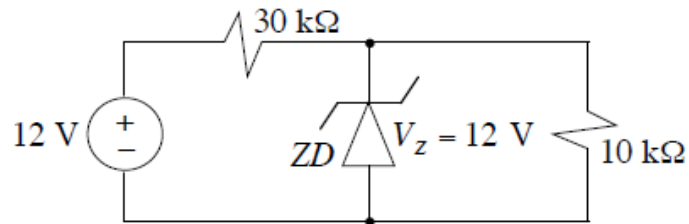
Bai

6.) Irudiko zirkuituan, kalkula ezazu zenbatekoa den  $R$  erresistentziaren balio minimoa Zener diodoa Zener eskualdean alderantziz polarizatuta eta diodo artezlea zuzenki polarizatuta egon daitezen (erabili bigarren hurbilketa bi diodoetarako).



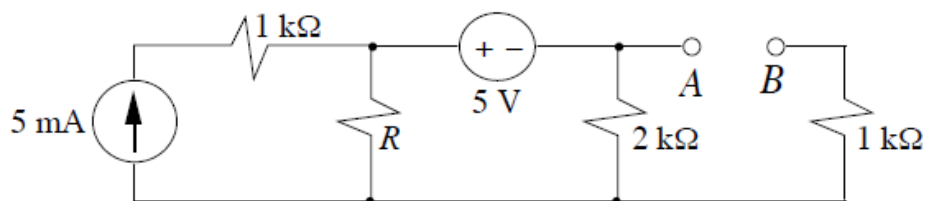
$$R_{\min} = 4.6k\Omega$$

7.) Ebatz ezazu irudiko zirkuitua Zener diodoaren bigarren hurbilketa erabiliz.



$$I_1 = I_2 = 0.3mA; I_Z = 0mA; V_D = -3V$$

8.) Irudiko zirkuituan:

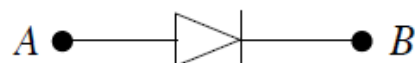


a) Kalkula itzazu A eta B puntuen arteko Thévenin-en zirkuitu baliokideak R erresistentziaren ondoko bi balioetarako eta irudika itzazu lortutako zirkuitu baliokideak:  $R = 2k\Omega$ ,  $R = 500\Omega$

$$R_{Th(2k\Omega)} = 2k\Omega; V_{Th(2k\Omega)} = 2.5V$$

$$R_{Th(0.5k\Omega)} = \frac{7}{5}k\Omega; V_{Th(0.5k\Omega)} = -2V$$

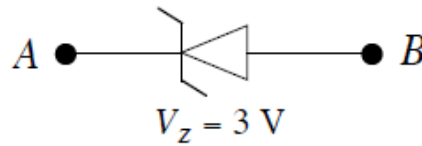
b) A eta B puntuen artean siliziozko diodo artezle bat konektatzen bada, ondoko irudian adierazten den bezala, kalkula itzazu diodotik igarotzen den korronea eta bere borneen arteko tentsioa R-ren bi balioetarako. Erabil ezazu diodoaren bigarren hurbilketa.



$R = 2k\Omega \rightarrow I_D = 0mA; V_D = -2.5V$ ; Diodoa alderantziz polarizatuta eskualde arruntan

$R = 0.5k\Omega \rightarrow I_D = 0.93mA; V_D = 0.7V$ ; Diodoa zuzenki polarizatuta

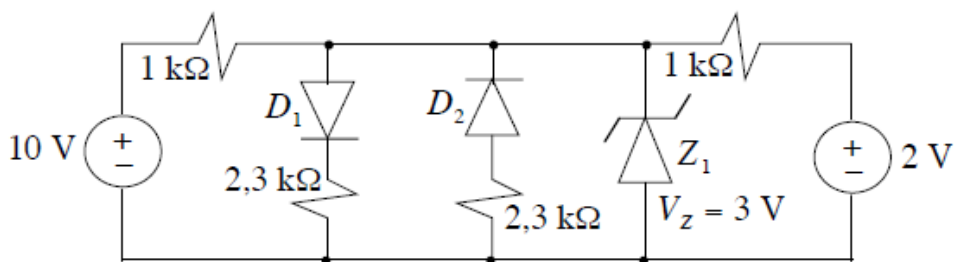
c) Errepika ezazu aurreko atalekoa, A eta B puntuen artean  $V_Z = 3\text{ V}$  duen Zener diodo bat konektatzen bada (irudian adierazten den bezala).



$$R = 2\text{ k}\Omega \rightarrow I_D = 0.9\text{ mA}; V_D = 0.7\text{ V}; \text{ Diodoa zuzenki polarizatuta}$$

$$R = 0.5\text{ k}\Omega \rightarrow I_D = 0\text{ mA}; V_D = -2\text{ V}; \text{ Diodoa alderantziz polarizatuta}$$

9.) Irudiko zirkuiturako kalkula itzazu adar guztietako korronteak eta elementu guztien muturren arteko tentsioak.



$$I_1 = 7\text{ mA}; I_2 = -1\text{ mA}; I_{D1} = 1\text{ mA}; I_{D2} = 0\text{ mA}; I_{Z1} = 5\text{ mA}$$

$$V_{D1} = 0.7\text{ V}; V_{D2} = -3\text{ V}; V_Z = 3\text{ V}; V_{R1k} = 7\text{ V}; V_{R2.3k} = 2.3\text{ V}; V_{R2.3k'} = 0\text{ V}; V_{R1k'} = 1\text{ V}$$

10.) Irudiko zirkuiturako, diodo guztiak siliziozkoak direla suposatuz eta bigarren hurbilketa erabiliz.

a) Bila ezazu nola dauden polarizatuta zirkuituko diodo guztiak;

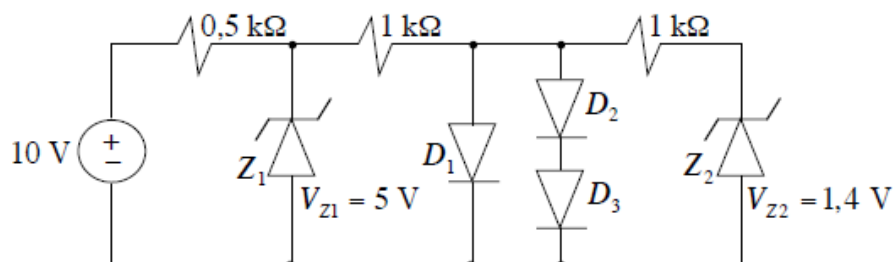
$D_1$ : Z.P,  $D_2$  eta  $D_3$ : A.P,  $Z_1$ : AP Zener eskualdean,  $Z_2$ : A.P eskualde arruntean

b) Kalkula itzazu zirkuituko elementu guztien tentsioak eta korronteak;

$$I_{R_{0.5k}} = 10\text{ mA}; I_{Z_1} = 5.7\text{ mA}; I_{R_{1k}} = 4.3\text{ mA}; I_{D_1} = 4.3\text{ mA}; I_{D_2} = I_{D_3} = 0\text{ mA}; I_{Z_2} = 0\text{ mA}$$

$$V_{R_{0.5k}} = 5\text{ V}; V_{Z_1} = 5\text{ V}; V_{R_{1k}} = 4.3\text{ V}; V_{D_1} = 0.7\text{ V}; V_{D_2} = 0.35\text{ V}; V_{D_3} = 0.35\text{ V}; V_{Z_2} = 0.7\text{ V}; V_{R_{1k'}} = 0\text{ V}$$

c) Egin ezazu potentzien balantzea.

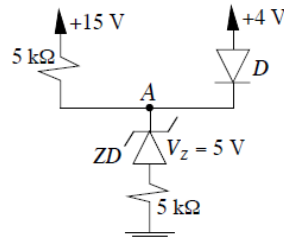


$$P_{10V} = 100mW; P_{R_{0.5k}} = 50mW; P_{Z_1} = 28.5mW; P_{R_{1k'}} = 18.49mW;$$

$$P_{D_1} = 3.01mW; P_{D_2} = 0mW; P_{D_3} = 0mW; P_{Z_2} = 0mW; P_{R_{1k''}} = 0mW$$

$$\sum P_{emandakoa} = \sum P_{xurgatutakoa} \rightarrow 100mW = (50 + 28.5 + 18.49 + 3.01 + 0)mW$$

11.) Irudiko zirkuiturako:



a) Kalkula ezazu zenbatekoa izan behar den A puntuko tentsio minimoa ZD Zener diodoa Zener eskualdean alderantziz polarizatuta egon dadin.

$$V_{Amin} = 5V$$

b) Kasu horretan, nola egongo da polarizatuta D diodoa?

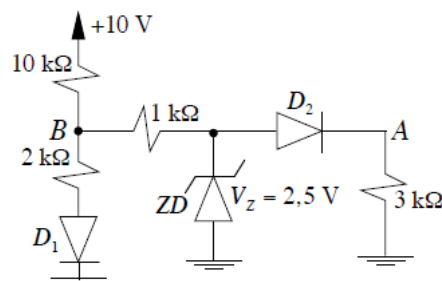
Alderantziz polarizatuta

c) Aurreko bi galderen erantzunetan oinarriturik, egin ezazu bi diodoen polarizazioari buruzko balizko hipotesi bat eta, kalkula itzazu osagai guztietako korronteak eta tentsioak, hipotesi horren arabera.

$$I_{R_{5k}} = 1mA; I_{ZD} = 1mA; I_{R_{5k'}} = 1mA; I_D = 0mA$$

$$V_{R_{5k}} = 5V; V_{ZD} = 5V; V_{R_{5k'}} = 5V; V_D = -6V;$$

12.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua, hots, kalkula itzazu elementu guztietako korronteak eta tentsioak, diodoak siliziozkoak direla kontuan izanik. Zenbat balio dute A eta B puntuetako tentsioek?



$$I_{R_{10k}} = 0.821mA; I_{R_{2k}} = I_{D_1} = 0.547mA; I_{R_{1k}} = 0.274mA; I_{ZD} = 0mA; I_{D_2} = I_{R_{3k}} = 0.274mA$$

$$V_{R_{10k}} = 8.21V; V_{R_{2k}} = 1.09V; V_{D_1} = 0.7V; V_{R_{1k}} = 0.27V; V_{ZD} = 1.52V; V_{D_2} = 0.7V; V_{R_{3k}} = 0.82V$$

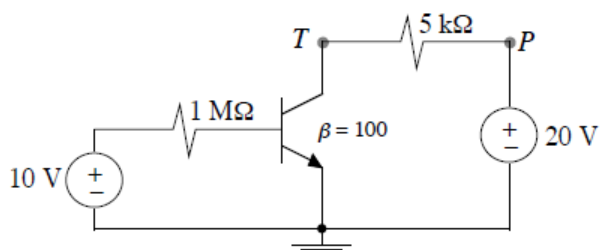
$$V_A = 0.82V; V_B = 1.79V$$

## KTO GA – Transistoreak

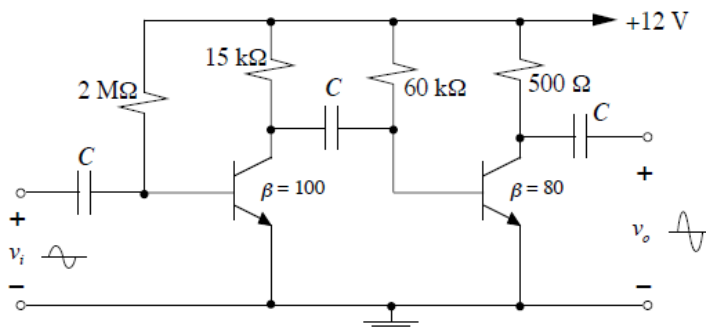
1.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua, hots, kalkula ezazu transistorearen operazio-puntua:  $Q(V_{BE}, I_B, V_{CE}, I_C)$ . Zenbatekoa da P eta T puntuen arteko potentzial-diferentzia?

$$Q(V_{BE} = 0.7V; I_B = 9.3\mu A; V_{CE} = 15.35V; I_C = 0.93mA)$$

$$V_{PT} = 4.65V$$



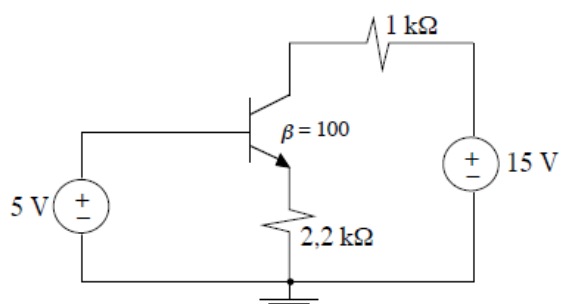
2.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua egoera egonkorrean:



$$Q_1(V_{BE} = 0.7V; I_B = 5.65\mu A; V_{CE} = 3.525V; I_C = 0.565mA)$$

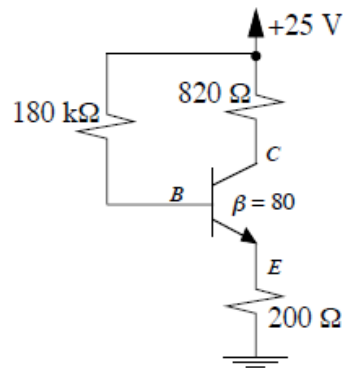
$$Q_2(V_{BE} = 0.7V; I_B = 0.19mA; V_{CE} = 4.5V; I_C = 15.1mA)$$

3.) Ebatz ezazu irudiko zirkuitua.



$$Q(V_{BE} = 0.7V; I_B = 19\mu A; V_{CE} = 8.76V; I_C = 1.94mA)$$

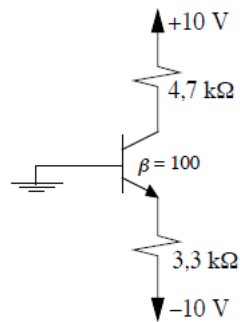
4.) Irudiko zirkuiturako, kalkula itzazu  $V_C$ ,  $V_B$  eta  $V_E$  tentsioak. Zein funtzionamendu-egoeran dago transistorea?



$$V_E = 2V; V_B = 2.7V; V_C = 16.87V$$

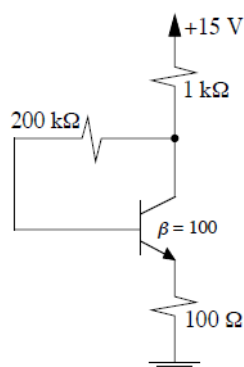
Gune aktiboan

5.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua:



$$Q(V_{BE} = 0.7V; I_B = 0.58mA; V_{CE} = 0.2V; I_C = 2.23mA)$$

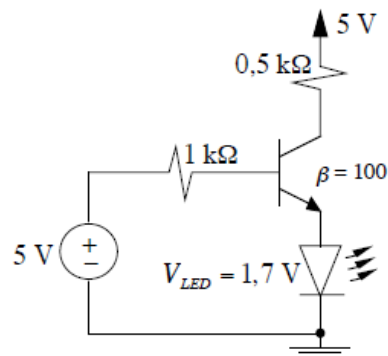
6.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua:



$$Q(V_{BE} = 0.7V; I_B = 46\mu A; V_{CE} = 9.89V; I_C = 4.6mA)$$



7.) Irudiko zirkuituan:



a) Azter ezazu zein funtzionamendu-zonatan dagoen transistorea.

Asetasunean

$$Q_T (V_{BE} = 0.7V; I_B = 2.6mA; V_{CE} = 0.2V; I_C = 6.2mA)$$

b) Zein egoeratan dago LED diodoa?

Zuzenki polarizatuta

$$Q_{LED} (I_{LED} = 8.8mA; V_{LED} = 1.7V)$$

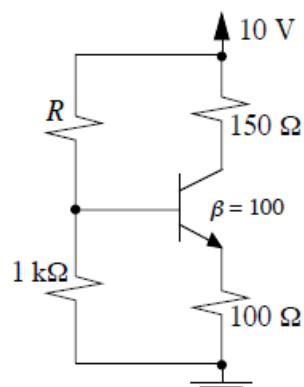
c) Zenbatekoa da LED diodoak xurgatutako potentzia?

$$P_{LEDxurgatua} = 14.96mW$$

d) LED diodoa R erresistentzia batez ordezkatzuz gero, kalkula ezazu zenbatekoa izan behar duen R-ren balioak, transistorearen kolektoreko tentsioa 2,5 V-ekoa izan dadin.

$$R = 328.6\Omega$$

8.) Irudiko zirkuituan:



a) Kalkula ezazu R erresistentziaren balioa, transistorearen oinarriko tentsioa 1,71 Vekoa izan dadin.

$$R = 4.58k\Omega$$

b) Esan ezazu zein funtzionamendu-zonatan egongo den transistorea R-ren balio horretarako, eta lor ezazu operazio-puntua.

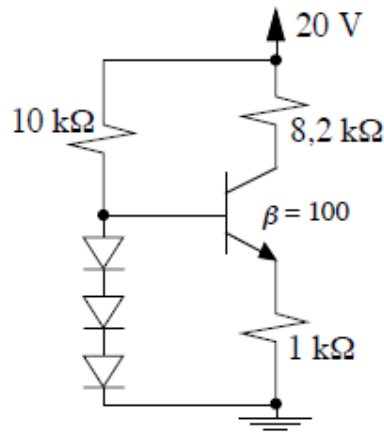
Gune aktiboan

$$Q(V_{BE} = 0.7V; I_B = 0.1mA; V_{CE} = 7.49V; I_C = 10mA)$$

c) Zenbatekoak dira, kasu horretan, kolektoreko tentsioa,  $V_C$ , eta igorlekoa,  $V_E$ ?

$$V_E = 1.01V; V_C = 8.5V$$

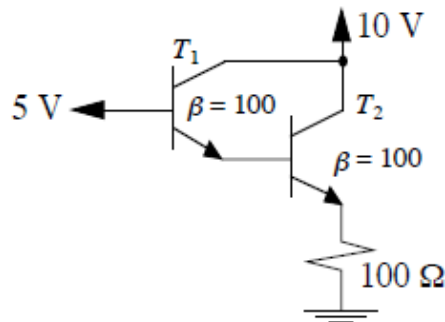
9.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua:



$$Q_T(V_{BE} = 0.7V; I_B = 13.9\mu A; V_{CE} = 7.2V; I_C = 1.39mA)$$

$$Q_D(I_D = 1.78mA; V_D = 0.7V)$$

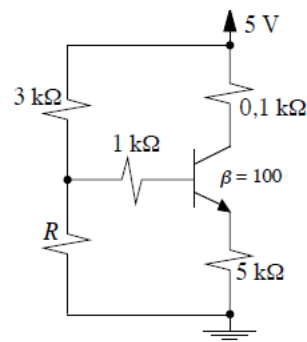
10.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua:



$$Q_1(V_{BE} = 0.7V; I_B = 3.53\mu A; V_{CE} = 5.7V; I_C = 353\mu A; I_E = 356\mu A)$$

$$Q_2(V_{BE} = 0.7V; I_B = 356\mu A; V_{CE} = 6.4V; I_C = 35.6mA; I_E = 36mA)$$

11.) Irudiko zirkuituan:



a) Zenbatekoa izan behar du  $R$  erresistentziaren balioak, transistorea eroaten has dadin, hots, etenduratik atera eta zona aktibo arruntean sar dadin?

$$R = 488\Omega$$

b) Zein funtzionamendu-zonatan dago transistorea,  $R = 600\Omega$  baldin bada?

Gune aktiboan

12.) Ezkerreko irudiko zirkuiturako, aurki ezazu zein funtzionamendu-egoeratan dagoen transistorea. Horrez gain, kalkula itzazu transistorearen korapilo guztietako tentsioak ( $V_B$ ,  $V_C$  eta  $V_E$ ) eta korronteak ( $I_B$ ,  $I_C$  eta  $I_E$ ).

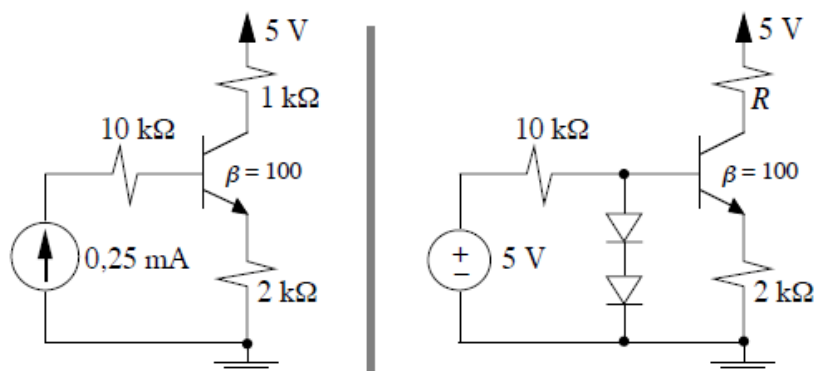
Asetasunean

$$V_E = 3.37V; V_B = 4.07V; V_C = 3.57V$$

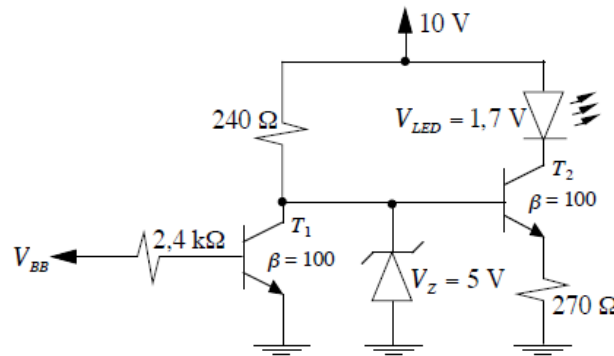
$$I_E = 1.68mA; I_B = 0.25mA; I_C = 1.43mA$$

Ondoren, korronte-sorgailua tentsio-sorgailu batez ordezkatu eta, eskuineko irudian ageri den legez, bi diodo sartzen badira, kalkula ezazu  $R$  erresistentziaren muga-balioa, transistorea zona aktibo arruntean egon dadin. Zer da balio hori, maximoa ala minimoa? Justifika ezazu erantzuna. (Suposatu diodoak siliziozkoak direla eta erabili 2. hurbilketa.)

$$R = 11.8k\Omega \rightarrow \text{Maximoa}$$



13.) Analiza ezazu irudiko zirkuitua  $V_{BB}=0$  V denean eta 10 V denean. Zenbatekoak dira  $V_{BB}$  tentsioaren muga-balioak,  $T_1$  transistorea zona aktibo arruntean egoteko?



$$V_{BB} = 0V :$$

$$Q_1 (V_{BE} = 0V; I_B = 0A; V_{CE} = 5V; I_C = 0A)$$

$$Q_2 (V_{BE} = 0.7V; I_B = 0.16mA; V_{CE} = 4V; I_C = 15.8mA; I_E = 15.9mA)$$

$$Q_Z (V_Z = -5V; I_Z = 20.7mA)$$

$$Q_{LED} (V_{LED} = 1.7V; I_{LED} = 15.8mA)$$

$$V_{BB} = 10V :$$

$$Q_1 (V_{BE} = 0.7V; I_B = 3.875mA; V_{CE} = 0.2V; I_C = 40.83mA)$$

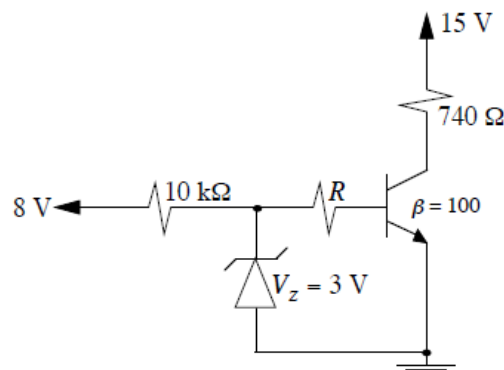
$$Q_2 (V_{BE} = 0.2V; I_B = 0mA; V_{CE} = 10V - V_{LED}; I_C = 0mA; I_E = 0mA)$$

$$Q_Z (V_Z = -0.2V; I_Z = 0mA)$$

$$Q_{LED} (V_{LED} = 10V - V_{CE2}; I_{LED} = 0mA)$$

$$\text{Mugak: } 0.7V \leq V_{BB} \leq 1.68V$$

14.) Kalkula ezazu zein balio-tartetan egon daitekeen  $R$  erresistentzia (maximoa eta minimoa) irudiko zirkuituan, transistorea asetasunean eta Zener diodoa Zener eskualdean alderantziz polarizatuta egon daitezen.



$$4.6k\Omega \leq R \leq 11.5k\Omega$$

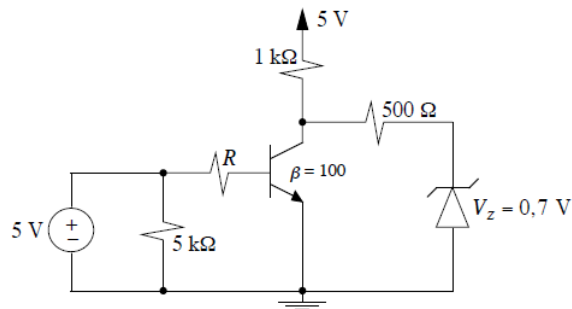
15.) Irudiko zirkuituan:

a) Bila ezazu zenbatekoa izan behar duen  $R$  erresistentziaren balioak, Zener diodoa korrontea eroaten has dadin. Nolakoa da balio hori, maximoa ala minimoa?

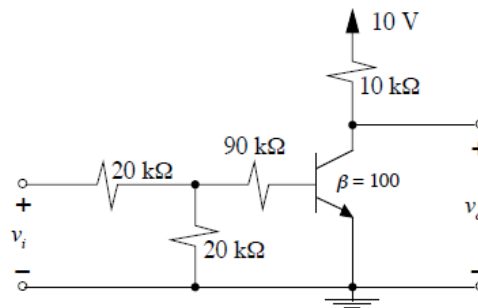
$$R = 100k\Omega \rightarrow \text{Minimoa}$$

b) Aurki ezazu zein funtzionamendu-zonatan dagoen transistorea, aurreko atalean lortutako  $R$ -ren balio horretarako.

Gune aktiboan



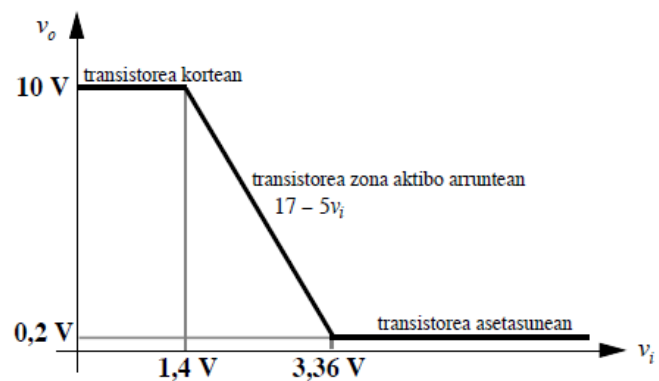
16.) Irudiko zirkuiturako marraz ezazu ( $v_o, v_i$ ) transferentzia-kurba. Horretarako, azter ezazu sarrera-tentsioaren aldaketak ( $v_i$ -renak) irteera-tentsioaren gainean ( $v_o$ -ren gainean) duen eragina.



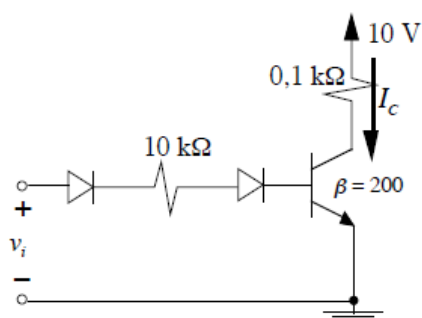
$$v_i \leq 1.4V \rightarrow v_o = 10V$$

$$1.4V \leq v_i \leq 3.36V \rightarrow v_o = (17 - 5v_i)V$$

$$3.36V \leq v_i \rightarrow v_o = 0.2V$$



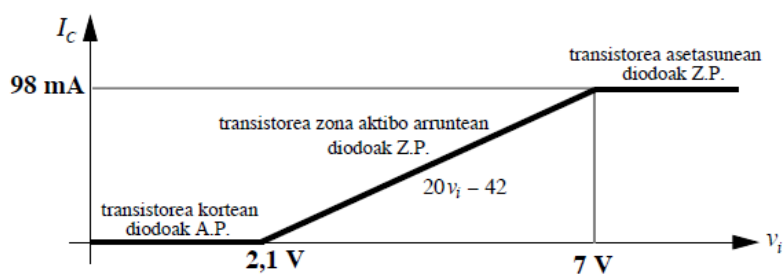
17.) Irudiko zirkuiturako, marraz ezazu ( $I_C, v_i$ ) kurba.



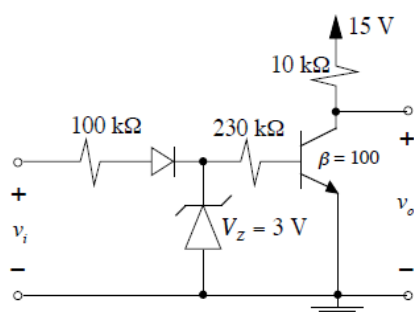
$$v_i \leq 2.1V \rightarrow I_C = 0mA$$

$$2.1V \leq v_i \leq 7V \rightarrow I_C = (20v_i - 42)mA$$

$$7V \leq v_i \rightarrow I_C = 98mA$$



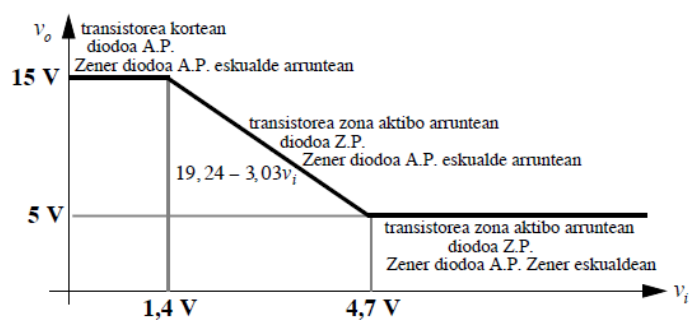
18.) Irudiko zirkuiturako, marraz ezazu ( $v_o, v_i$ ) transferentzia-kurba.



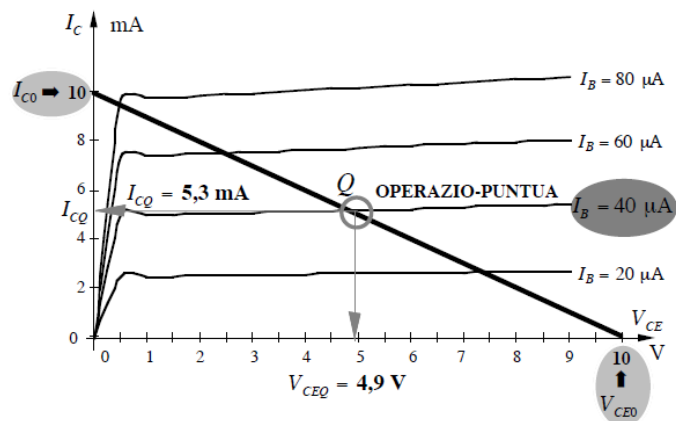
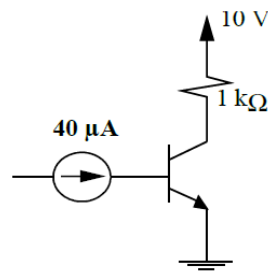
$$v_i \leq 1.4V \rightarrow v_o = 15V$$

$$1.4V \leq v_i \leq 4.7V \rightarrow v_o = (19.24 - 53.03v_i)V$$

$$4.7V \leq v_i \rightarrow v_o = 5V$$

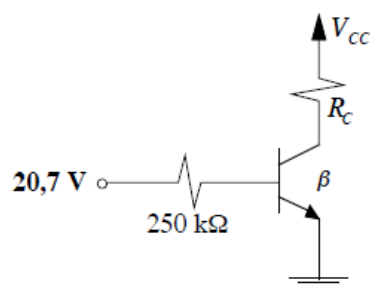


19.) Irudiko zirkuituan dagoen transistorearen irteera-kurbak esperimentalki ezagunak dira (hurrengo orrian). Marraz ezazu kurba horien gainean zirkuituaren irteerako karga-zuzena eta ondoren kalkula ezazu transistorearen irteerako operazio-puntua ( $I_C$ ,  $V_{CE}$ ).



20.) Irudiko zirkuituan dagoen transistorearen irteera-kurbak esperimentalki ezagunak dira (hurrengo orria ikusi). Bestalde, zirkuituaren irteerako karga-zuzena ere ezaguna da, honako hauek izanik ardatzekiko ebakidura-puntuak:  $I_{CQ} = 12 \text{ mA}$ ;  $V_{CEQ} = 9 \text{ V}$ .

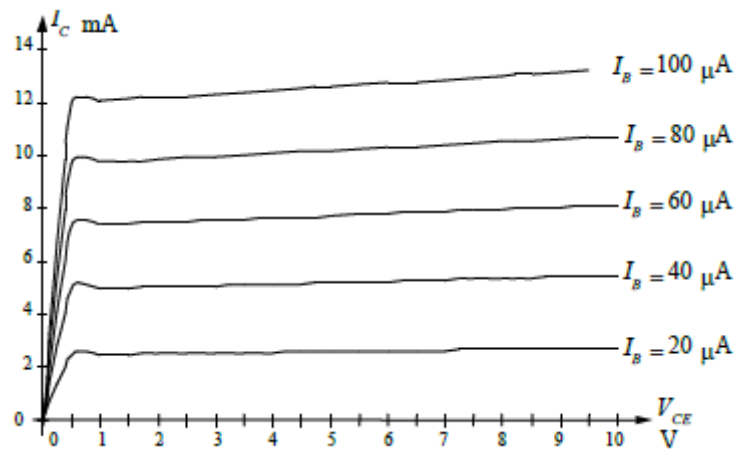
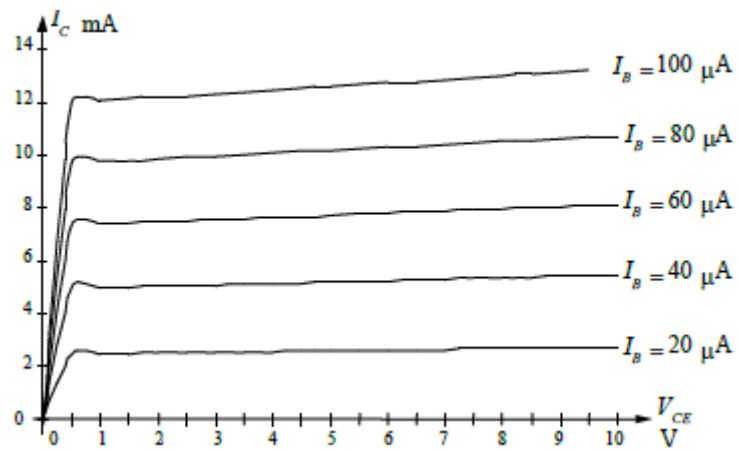
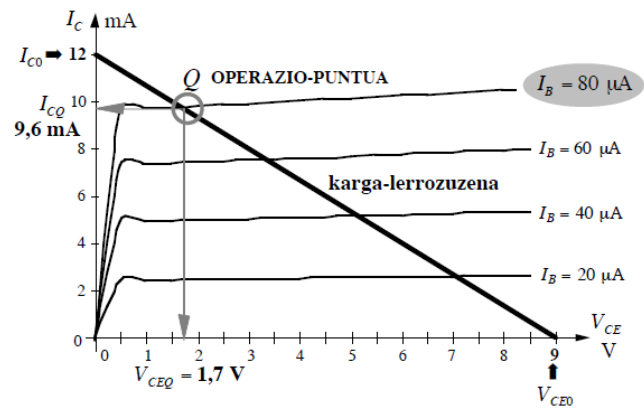
Datu horiek oinarritzat hartuz, kalkula itzazu honako balio hauek: zirkuituko  $V_{CC}$  eta  $R_C$  balioak, transistorearen operazio-puntua ( $I_B$ ,  $V_{BE}$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$ ) eta  $\beta$ .



$$V_{CC} = 9\text{V}; R_C = 0.75\text{k}\Omega$$

$$Q_T (V_{BE} = 0.7\text{V}; I_B = 80\mu\text{A}; V_{CE} = 1.7\text{V}; I_C = 9.6\text{mA})$$

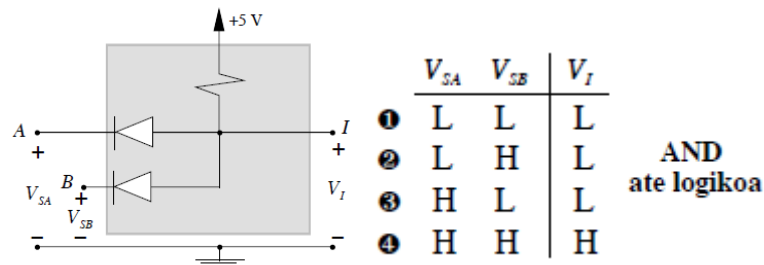
$$\beta = 120$$



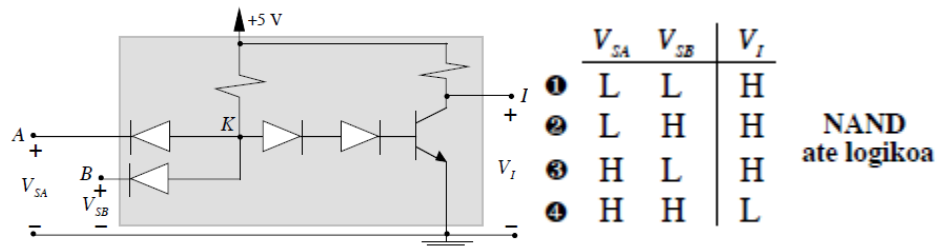


## KTO GA – Zirkuitu digitalak

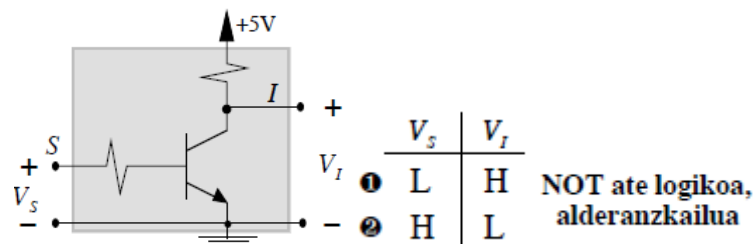
1.) Ondoko zirkuitua DL familia logikoko ate bat da. Analiza ezazu zirkuituaren funtzionamendua sarreraren balio posible guztietarako, bete egia-eta esan zein ate logikori dagokion.



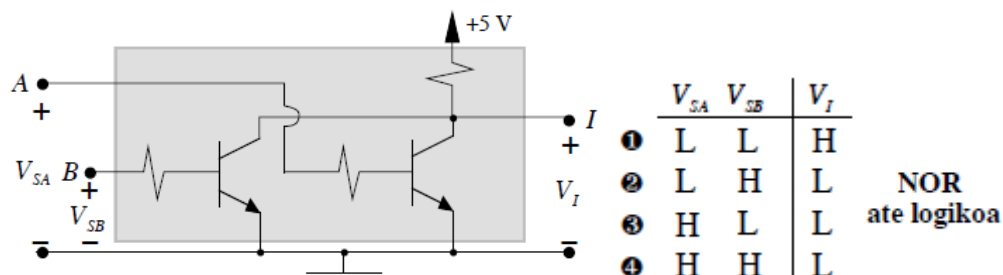
2.) Ondoko zirkuitua DTL familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-eta esan zein ate logikori dagokion.



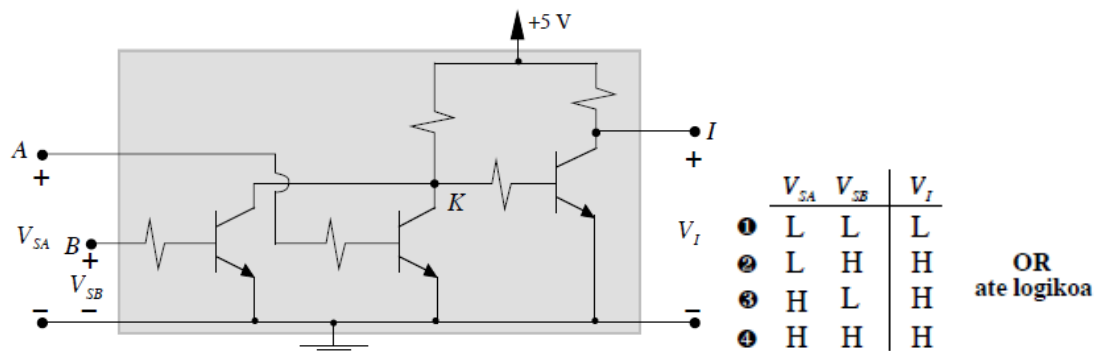
3.) Ondoko zirkuitua RTL familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-eta esan zein ate logikori dagokion.



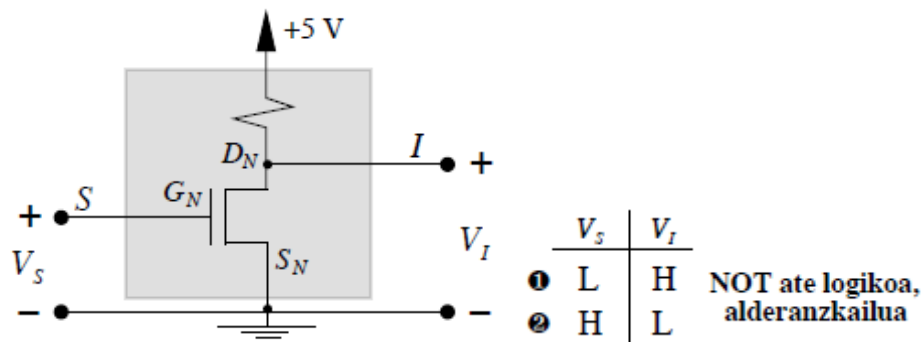
4.) Ondoko zirkuitua RTL familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-eta esan zein ate logikori dagokion.



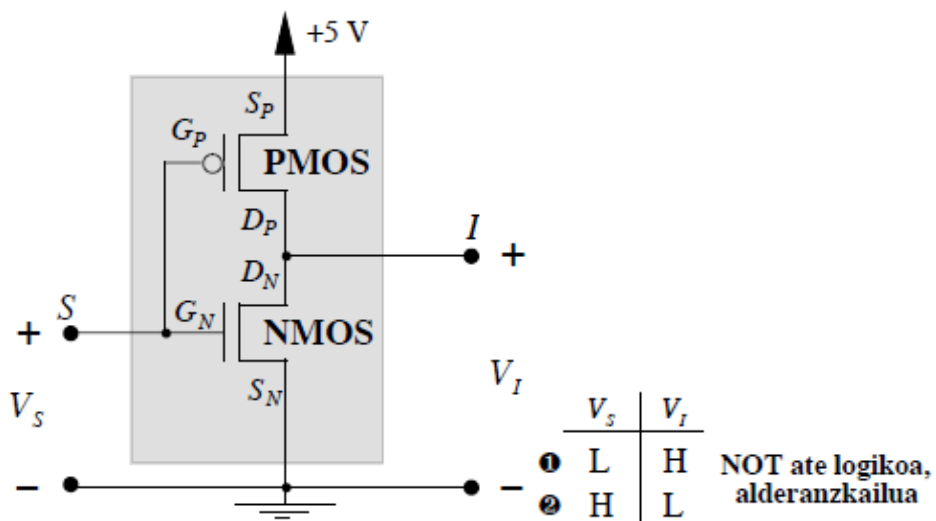
5.) Ondoko zirkuitua RTL familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-aula eta esan zein ate logikori dagokion.



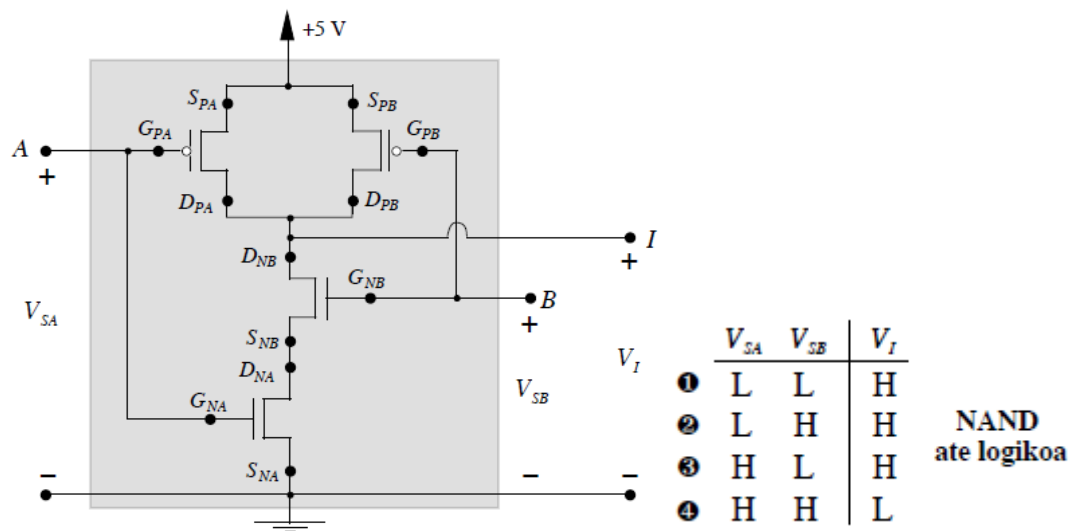
6.) Ondoko zirkuitua NMOS familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-aula eta esan zein ate logikori dagokion.



7.) Ondoko zirkuitua CMOS familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-aula eta esan zein ate logikori dagokion.



8.) Ondoko zirkuitua CMOS familia logikoko ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, bete egia-aula eta esan zein ate logikori dagokion.:



9.) Ondoko zirkuitua CMOS familia logikoko hiru sarrerako ate bat da. Azter ezazu zein izango den irteerako tentsioaren balioa sarrerako tentsioen balio posible guztietarako, eta bete egia-aula.

