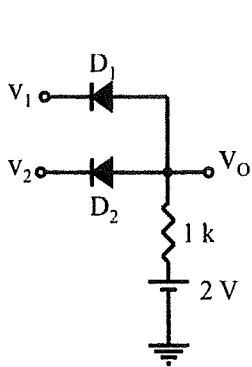




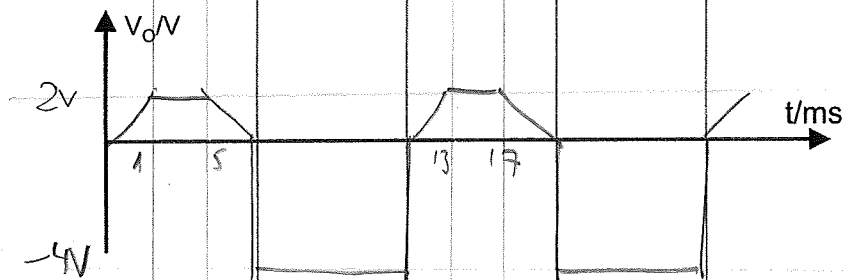
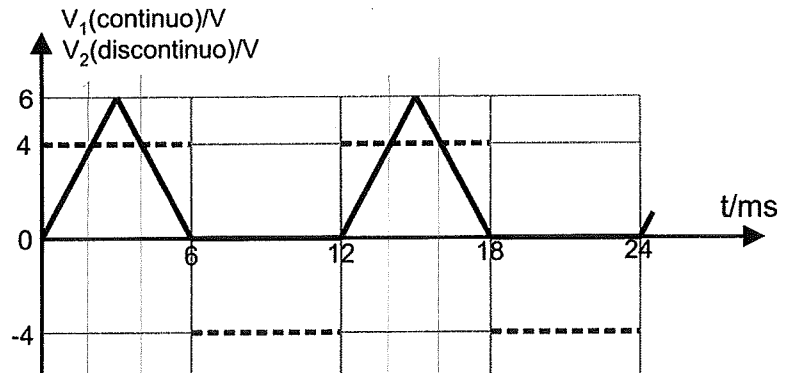
### TEORIA (4 puntu)

- (3) 1. Irudiaren zirkuitua kontuan hartuta,  $V_o$  irteera marraztu,  $V_1$  eta  $V_2$  sarrerako seinaleak grafikokoak baldin badira. Adierazi ardatzetan balio garrantzitsuak. Suposatu diodoak idealak direla.



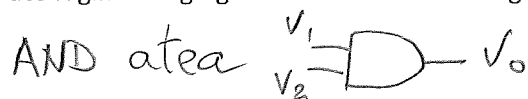
Egia taula

$V_1$	$V_2$	$V_o$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



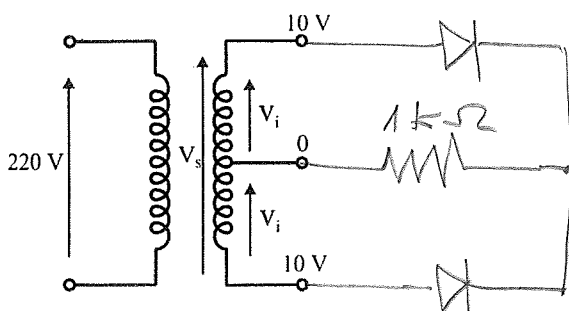
- (1) 2. Sistema digital batean lan egiten badugu eta  $V_1$  eta  $V_2$  seinaleek 0 V (0 logikoa) eta 2 V (1 logikoa) balioak hartu ahal badituzte, nolakoa litzateke zirkuitu elektronikoaren egia taula?

- (1) 3. Zein ate logiko izango genuke? Marraztu ate logikoaren ikurra.

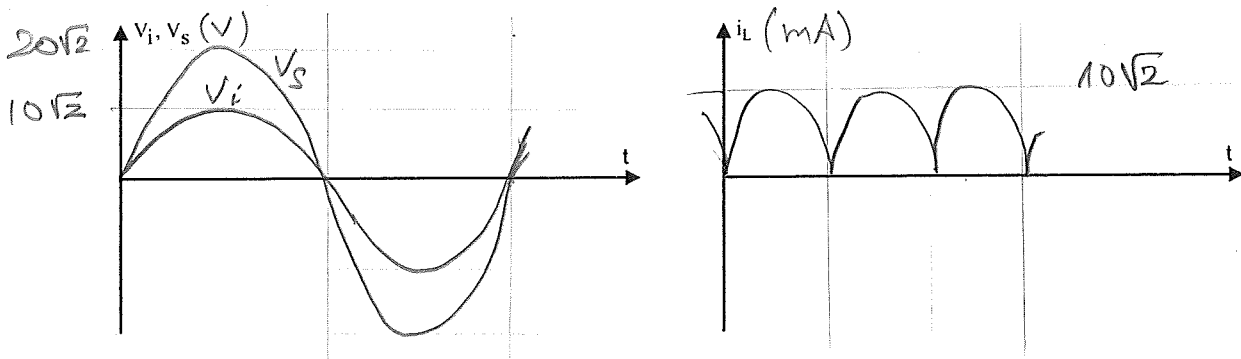


Irudian agertzen den 220 V/(10+10) V-eko transformadore bat, bi diodo eta 1 k $\Omega$ -eko erresistentzia bat dugu eskuragarri.

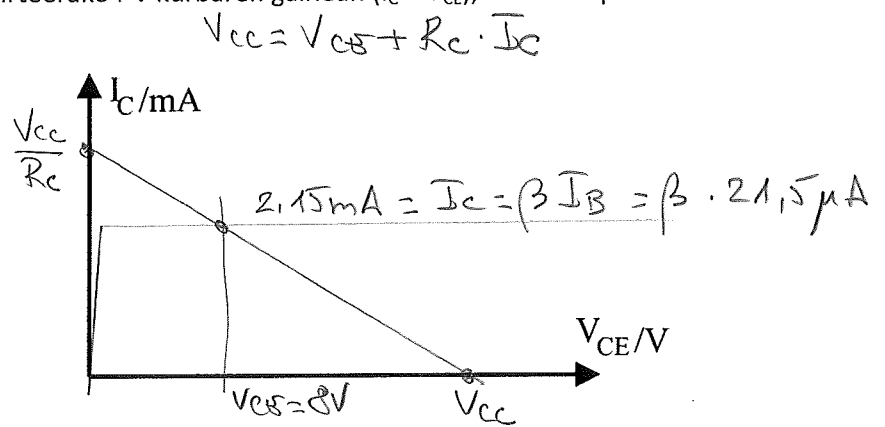
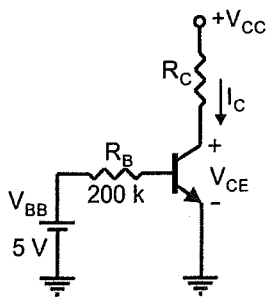
- (1) 4. Osatu zirkuitua, erresistentzian uhin osoko artezketa bat izateko, tentsio moduan.



- (2) 5. Marraztu irudian transformadorearen sekundarioaren tentsioa ( $V_s$ ), artezgailuaren sarrerako tentsioa ( $V_i$ ), eta erresistentziatik pasatzen den KORRONTEA ( $I_L$ ). Adierazi balio minimoak eta maximoak.



- (1) 6. Irudian agertzen den zirkuiturako, idatzi irteeraren karga-zuzenaren ekuazioa  $I_C = f(V_{CE}, R_C)$ . Adieazi ekuazioa grafikoki, transistorearen irteerako I-V kurbaren ganean ( $I_C - V_{CE}$ ), kurbaren puntu garrantzitsuenak adieraziz.



- (2) 7.  $V_{CC} = 20\text{ V}$ ,  $R_C = 5,6\text{ k}\Omega$  eta transistorea siliziozkoa da ( $\beta_F = 100$ ); kalkulatu polarizazio puntua ( $I_{CQ}$ ,  $V_{CEQ}$ ) eta kokatu grafikotan.  $I_B = (5\text{ V} - 0,7\text{ V}) / 200\text{ k}\Omega = 21,5\text{ }\mu\text{A}$

$$I_{CQ} = \beta I_B = 100 \cdot 21,5\text{ }\mu\text{A} = 2,15\text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_C = 20\text{ V} - 5,6\text{ k}\Omega \cdot 2,15\text{ mA} = 7,96\text{ V} \approx 8\text{ V}$$

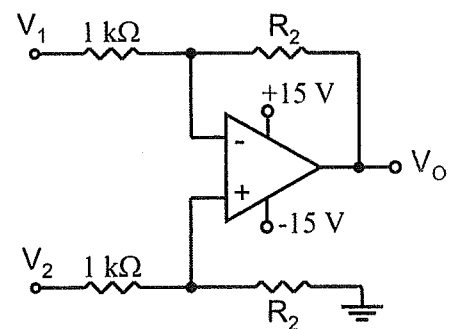
Ondoko irudiaren zirkuituan:

- (1) 8. Kalkulatu zirkuituaren transferentzia funtzioa,  $V_0 = f(V_1, V_2)$ .

$$V_0 = (V_2 - V_1) \frac{R_2}{1\text{ k}\Omega}$$

- (1) 9. Kalkulatu  $V_0$ ,  $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $V_1 = 2\text{ V}$  eta  $V_2 = 0\text{ V}$  direnean.

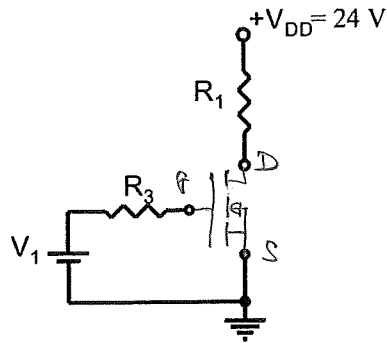
$$V_0 = -2\text{ V}$$



Ondoko irudiaren zirkuitua diseinatu da, n kanaleko ugaltze MOSFET bat polarizatzeko. Transistore horren atalase tentsioa  $|V_T|=2\text{ V}$ , eta drainaren korronea aresetan lan-gunean:  $I_D = K(V_{GS}-V_T)^2$

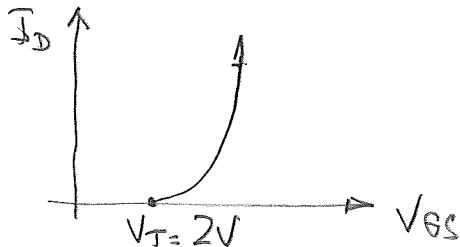
$R_1 = R_3 = 1\text{ k}\Omega$

$|K| = 2\text{ mA/V}^2$



(1) 10. Kokatu transistorea polarizazio zirkuituan, gailuaren terminalak adieraziz.

(1) 11. Adierazi grafikoki transistorearen ezaugarri-kurba,  $I_D = f(V_{GS})$ , puntu esanguratsuenak markatuz.



(1) 12.  $V_1$  tentsioaren gutxieneko balioa, gailuak eroateko.

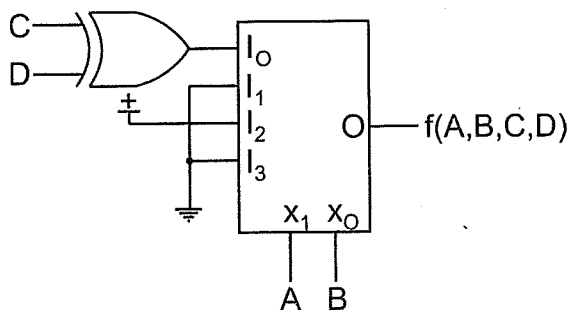
$$V_1 = V_T = 2\text{ V}$$

(1) 13. Zein baldintza bete behar du  $V_{DS}$  tentsioak, gailuak aresetan lan-gunean lan egingo duela bermatzeko?  $V_1 = -6\text{ V}$  bada, zein lan-gunetan egongo da transistorea?

$$V_{DS} > V_{DS_{SAT}} = V_{GS} - V_T \quad V_{DS} > V_1 - 2\text{ V}$$

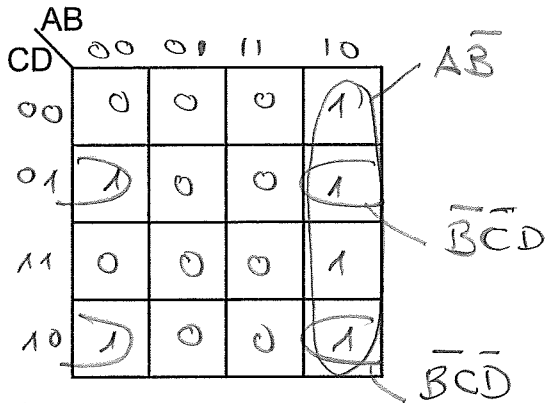
$$V_1 = -6\text{ V} \rightarrow V_1 < V_T \rightarrow \text{BERRIDURAN}$$

(2) 14. Irudian 4:1-eko multiplexadore bat agertzen da. Bete haren egia.



A	B	C	D	O
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

(2) 15. Sinplifikatu aurreko funtzio logikoa Karnaugh-en diagrama erabiliz.

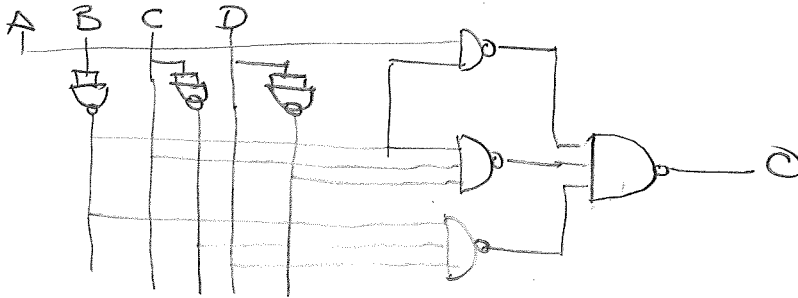


$$0 = A\bar{B} + \bar{B}C\bar{D} + \bar{B}C\bar{D}$$

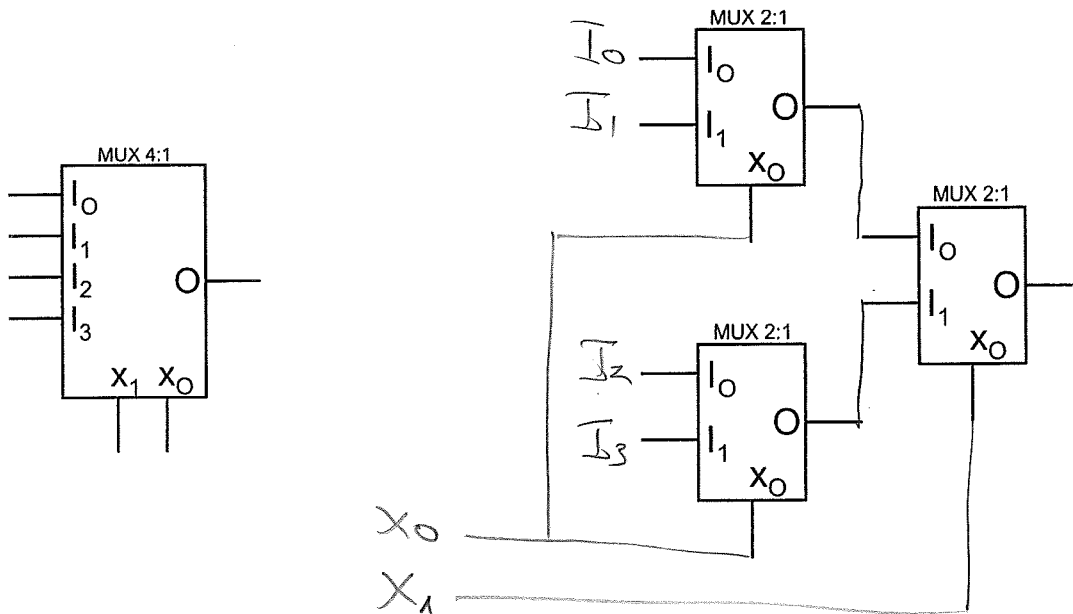
(1) 16. NAND operazioak bakarrik erabiltzen dituen adierazpen logikoa lortu.

$$0 = A\bar{B} + \bar{B}C\bar{D} + \bar{B}C\bar{D} = \overline{\overline{A\bar{B} + \bar{B}C\bar{D} + \bar{B}C\bar{D}}} = \overline{\overline{A\bar{B}} \cdot \overline{\bar{B}C\bar{D}} \cdot \overline{\bar{B}C\bar{D}}}$$

(1) 17. Marraztu dagokion zirkuitua (NAND ateak bakarrik erabiliz).



(2) 18. 4 datu-sarrerako multiplexadore bat egin (MUX 4:1), 2 datu-sarrerako 3 multiplexadore erabiliz (MUX 2:1).



**GOGORATZEN DA BEHARREZKOA DELA AZTERKETAREN ZATI BAKOITZEAN (TEORIA ETA PROBLEMAK) 10 PUNTUTATIK 5 LORTZEA BI NOTEN BATEZBESTEKOA EGITEKO, IRAKASGAIA GAINDITU AHAL IZATEKO.**



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao



Universidad del País Vasco  
Euskal Herriko Unibertsitatea

1. deitura/1er apellido

Titulazioa/Titulación  
Industria Teknologiarren Ingeniaritza  
eta Ingurumen Ingeniaritzako Gradu

2. deitura/2º apellido

Ikasgaia/Asignatura  
**Elektronika orokorra**

Izena/Nombre

Data/Fecha

**2016ko ekainaren 23a**

Ikasturtea/Curso

Taldea/Grupo

Kalifikazioa/Calificación

**3.**

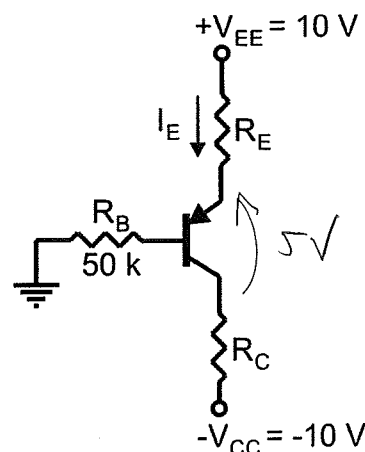
## PROBLEMAK (6 puntu)

### 1. PROBLEMA (puntu 1)

Irudiaren zirkuituan  $R_C$  eta  $R_E$  erresistentzien balio egokiak lortu igorleko korronea  $I_E=2\text{ mA}$  izateko, eta  $V_{CE}=-5\text{ V}$  izateko. Transistorea siliziozkoa da eta  $\beta_F = 100$ .

$$R_C = 3378\ \Omega$$

$$R_E = 4155\ \Omega$$



$R_E$  erresistentziaren ordez,  $1\text{ k}\Omega$ -eko beste bat jartzen dugu zirkuituan ( $R_C$  erresistentziaren balioa mantentzen da).

Zein lan-gunetan kokatzen da transistorea? Arrazoitu.

$$V_{CE} = -5\text{ V} < V_{CE_{SAT}} (-0,2\text{ V}) \rightarrow \text{Lan-gune aktiboan}$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = 19,8\ \mu\text{A}$$

$$1) 10\text{ V} = 50\text{ k}\Omega \cdot 19,8\ \mu\text{A} + 0,7\text{ V} + 2\text{ mA} \cdot R_E; \quad R_E = 4155\ \Omega$$

$$2) 20\text{ V} = 4155\ \Omega \cdot 2\text{ mA} + 5\text{ V} + R_C \cdot 1,98\text{ mA}; \quad R_C = 3378\ \Omega$$

Orain  $R_E = 1\text{ k}\Omega$ : Aktiboan dagoen bitartean:

$$10\text{ V} = 50\text{ k}\Omega \cdot I_B + 0,7\text{ V} + 1\text{ k}\Omega \cdot 101 I_B;$$

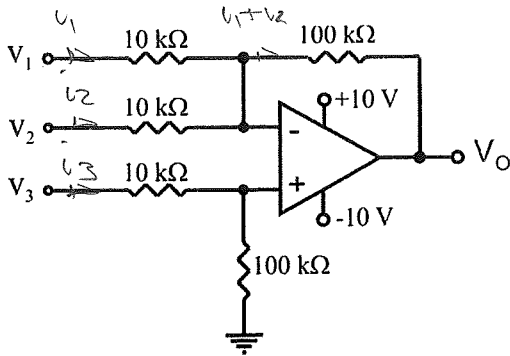
$$I_B = 61,6\ \mu\text{A}; \quad I_C = 6,16\text{ mA}; \quad I_E = 6,22\text{ mA}$$

$$V_{CE} = -(20\text{ V} - R_E I_E - R_C I_C) = 7\text{ V} > V_{CE_{SAT}} (-0,2\text{ V})$$

Ez da aktiboan dagoen bitartean

## 2. PROBLEMA (puntu 1)

Ondoko irudian agertzen den zirkuituan, amplifikadore operazionala  $\pm 10$  V-ekin elikatuta dago. Operazionalaren irteera elikaturako tarte horrek ere mugatzen du.



$$V_+ = \frac{10}{11} V_3$$

$$V_0 = V_+ - \left[ \frac{V_1 - V_+}{10} + \frac{V_2 - V_+}{10} \right] \cdot 100 =$$

$$= V_+ - 10V_1 - 10V_2 + 20V_+$$

$$V_0 = -10V_1 - 10V_2 + \frac{210}{11} V_3$$

Eskatzen da:

- 1) Zirkuituaren transferentzia-funtzioa lortu, amplifikadore operazionalaren irteera-seinalea ( $V_0$ ) zirkuituaren sarrera-seinaleekin ( $V_1$ ,  $V_2$  eta  $V_3$ ) lotzen duena:

$$V_0 = f(V_1, V_2, V_3)$$

$$V_0 = -10V_1 - 10V_2 + \frac{210}{11} V_3$$

- 2) Zirkuituaren sarrerak konfiguratu,  $V_1$  sarrerak (non  $i=1, 2$  edo  $3$  den) lurrera,  $V_{cc}$ -ra konektatuz edo konektatu barik utziz (zirkuitu irekian), irudiaren zirkuitua honako zirkuitu hauetan bihurtzeko:

- a) Zirkuitu batutzaila, non transferentzia-funtzioa honako funtzio honen bidez adierazten den:

$$V_0 = f(V_1 + V_2)$$

Adierazi zirkuituaren transferentzia-funtzioa.

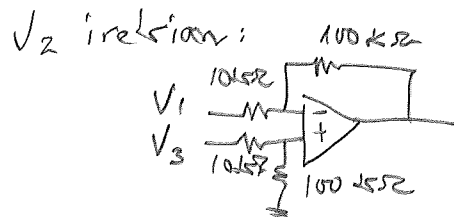
$$V_0 = -10(V_1 + V_2)$$

$V_3$  lurrera konektatuta, edo konektatu barik.

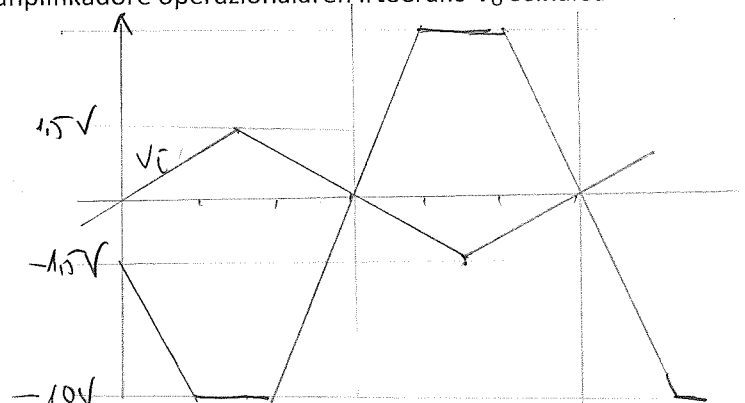
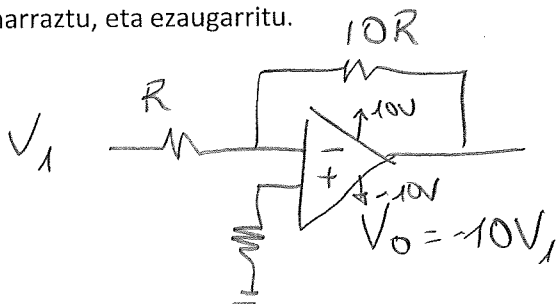
- b) Zirkuitu kentzaila (edo amplifikadore diferentziala), non transferentzia-funtzioa honako funtzio honen bidez adierazten den:  $V_0 = f(V_3 - V_1)$

Adierazi zirkuituaren transferentzia-funtzioa.

$$V_0 = 10(V_3 - V_1)$$



- 3) Zirkuituan  $V_3$  sarrera lurrera konektatzen da eta  $V_2$  konektatu barik uzten da.  $V_1$  sarreratik 1 kHz-eko eta 3 V-eko pikotik pikorako anplitudea duen ( $3 V_{pp}$ ) seinale trianguluar bat sartzen dugu. Seinaleak ez dauka osagai jarraiturik. Grafiko berean,  $V_1$  seinalea eta amplifikadore operazionalaren irteerako  $V_0$  seinalea marraztu, eta ezaugarritu.

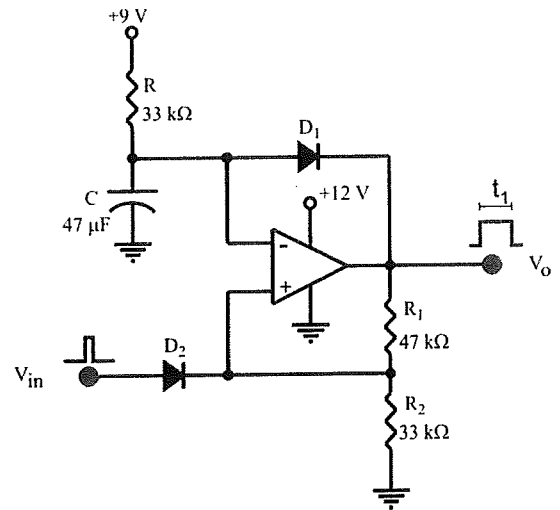


### 3. PROBLEMA (2 puntu)

Irudiko zirkuituak  $t_1$ -eko iraupena duen pultsu bat ematen du irteeran, sarreran pultsu labur bat agertzen denean.

Anplifikadore operazionala eta diodoak idealak dira. Hasierako unean kondentsadorea guztiz deskargatuta dago.

R erresistentziaren bidezko C kondentsadorearen karga/deskargaren ekuazioa ematen da. Karga eta deskargaren adierazpen grafikoak ere ematen dira.



	$v_C = v_f + (v_i - v_f) \exp \frac{-t}{RC}$	
Kondentsadorearen karga	Kondentsadorearen karga eta deskargaren ekuazioa	Kondentsadorearen deskarga

Eskatzen da:

- a) Hasieran, sarrerako tentsioa  $V_{in} = 0$  V bada, adierazi  $D_1$  eta  $D_2$  diodoen egoerak (eroaten/etenduran).

$V_{in} = 0; V_o = 0V; D_1$  eroaten eta  $D_2$  etenduran

- b) Adierazi anplifikadore operazionalaren sarrera alderantziaileen tentsioaren ( $V^-$ , kondentsadorearen kargari dagokion tentsio bera) adierazpen analitikoa denboraren funtzio gisa (tentsioak volt-etan eta denbora segundotan adieraziak).

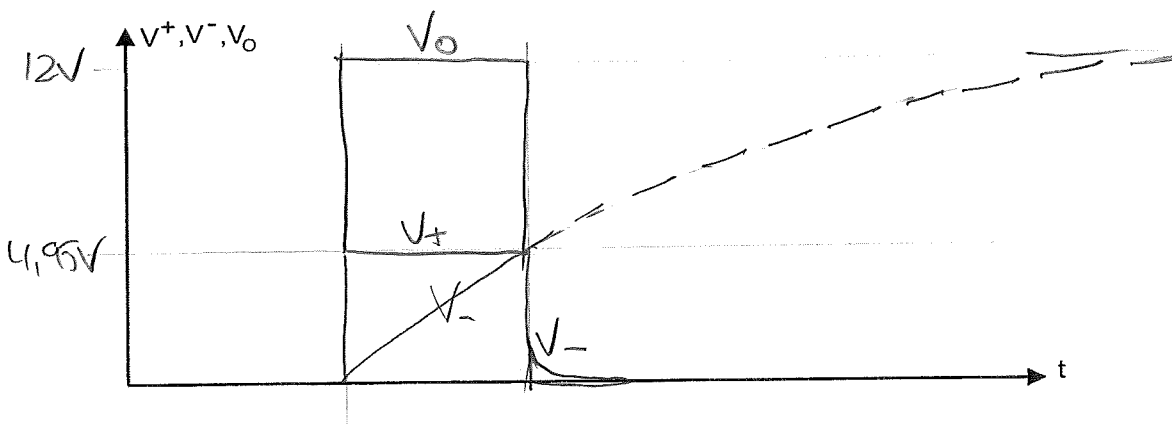
$V_+ = \frac{33}{47+33} \cdot 12V = 4,95V$

$V_- = 9(1 - e^{-t/RC}); RC = 33k\Omega \cdot 47\mu F = 1,55s$

$V^- = 9(1 - e^{-t/1,55})$

$t = 0$  unean, sarreran, iraupen mespretxagarria duen pultsu bat agertzen da.

- c)  $V^+, V^-$  eta  $V_o$  tentsioak marraztu, denboraren funtzio gisa.



d) Kalkulatu irteeran agertzen den pultsuaren iraupena ( $t_1$  segundotan)

$$t_1 = 0,8244 \text{ s}$$

$$9(1 - e^{-t_1/1,55}) = 4,95 \rightarrow t_1 = 0,8244 \text{ s}$$

e) Kalkulatu  $R_2$  erresistentziaren balioa, irteerako seinalea 3 segundoz maila altuan mantentzeko (beste gailu guztien balioak berdin mantentzen dira).

$$R_2 = 84,4 \text{ k}\Omega$$

$$9(1 - e^{-3/1,55}) = V_+ \rightarrow V_+ = 7,7 \text{ V}$$

$$V_+ = 12 \text{ V} \frac{R_2}{R_2 + 47 \text{ k}\Omega} \rightarrow R_2 = 84,4 \text{ k}\Omega$$

f) Akats batengatik  $R_2$  erresistentzia jartzean,  $330 \text{ k}\Omega$ -eko erresistentzia bat jarri dugu. Azaldu labur eta era arrazoitu batean nolakoa izango den irteerako tentsio berria,  $V_0$ .

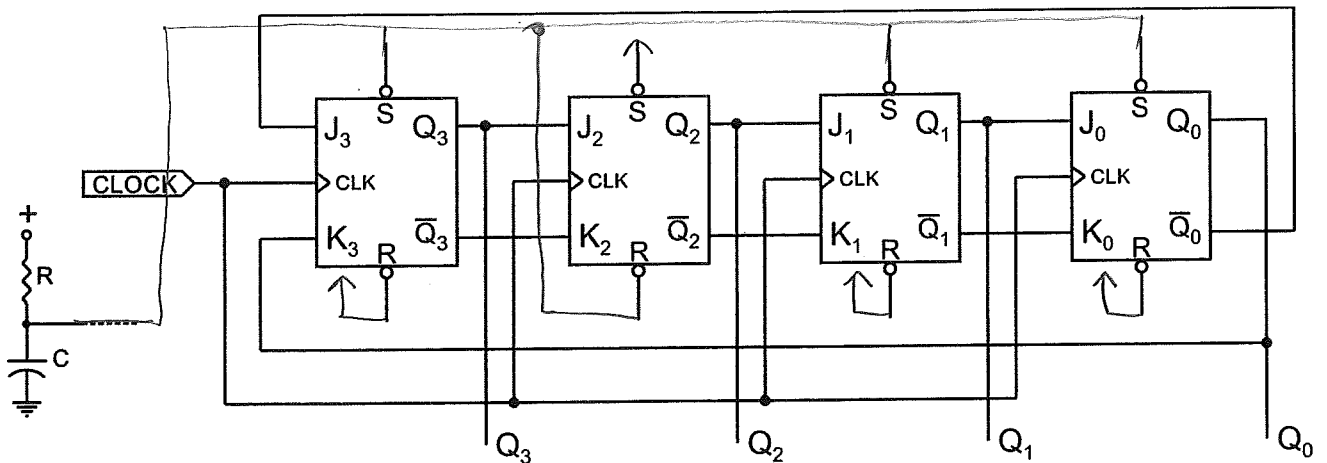
$$V_+ = 12 \text{ V} \frac{330}{377} = 10,5 \text{ V} > 9 \text{ V}$$

Konbentsadorearen bargaak ezin du  $V_+$  muja gainditu  $\rightarrow$  irteera beti maila altuan mantentzen da.



#### 4. PROBLEMA (2 puntu)

Ondoko irudiaren zirkuitu sekuentziala kontuan hartuta:



1. Lortu flip-flopen sarreren adierazpen logikoak, irteeren funtzio gisa ( $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  eta  $Q_3$ ).

$$J_3 = \bar{Q}_0 \quad K_3 = Q_0 \quad J_2 = Q_3 \quad K_2 = \bar{Q}_3 \quad J_1 = Q_2 \quad K_1 = \bar{Q}_2 \quad J_0 = Q_1 \quad K_0 = \bar{Q}_1$$

2. Konektatu flip-flop guztien R (reset) eta S (set) sarrera **guztiak**, kontadorea 1011 egoeran ( $Q_3$ ,  $Q_2$ ,  $Q_1$  eta  $Q_0$ ) hasieratzeko.

3. Adierazpen logikoak kontuan hartuta, bete ondoko taula.  $Q_3$ ,  $Q_2$ ,  $Q_1$  eta  $Q_0$  irteerek 4 bit-eko zenbaki bitar bat osatzen dute ( $Q_0$  pisu gutxieneko bita da, eta  $Q_3$  pisu handienekoa):

Unea	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$J_3$	$K_3$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$	Irteera hamartarra
0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	11
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	5
2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	2
3	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	9
4	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4
5	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	10
6	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	13
7	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	6
8	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	11
9	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	5

4. Osatu behean erakusten den denbora diagrama:

