



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao



Universidad del País Vasco  
Euskal Herriko Unibertsitatea

1. deitura/1er apellido		Titulazioa/Titulación Industria Teknologiaren Ingeniaritzako Gradua
2. deitura/2º apellido		Ikasgaia/Asignatura <b>ELEKTRONIKA</b> <b>OROKORRA</b>
Izena/Nombre		Data/Fecha <b>2017ko urtarrilaren 19a</b>
Ikasturtea/Curso	Taldea/Grupo	Kalifikazioa/Calificación
3.		

## TEORIA (4 puntu)

Irudiaren zirkuituan, diodoen atalase tentsioak  $V_\gamma = 0,7 \text{ V}$  dira:

- (1) 1. Adierazi  $D_1$  eta  $D_2$  diodoen egoerak (ebakidura/eroaten).

$D_1$  EBAKIDURAN  
 $D_2$  ERROTAN

- (2) 2. Kalkulatu bi diodoen polarizazio puntua ( $I_{D1}, V_{D1}, I_{D2}, V_{D2}$ ).

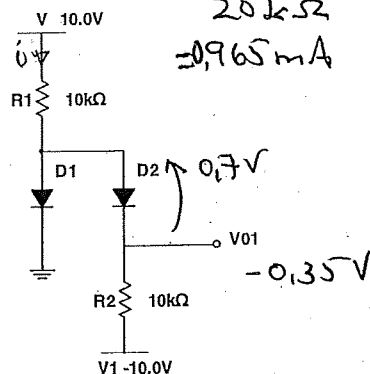
$$I_{D1} = 0 \text{ A}; V_{D1} = 0,35 \text{ V} (< V_\gamma)$$

$$I_{D2} = 0,965 \text{ mA}; V_{D2} = 0,7 \text{ V}$$

- (1) 3. Kalkulatu  $V_{O1}$  tentsioaren balioa.

$$V_{O1} = -\frac{0,7 \text{ V}}{2} = -0,35 \text{ V}$$

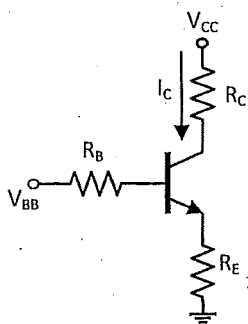
$$V = \frac{20 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{20 \text{ k}\Omega} = 0,965 \text{ mA}$$



- (1) 4. *npn* motako transistore bipolarren kasurako, bete ezazu ondoko taula:

Igorle-junturaren polarizazioa	Kolektore-junturaren polarizazioa	Lan-gunea
Alderantzikoa	Alderantzikoa	ESTEJIDURA
Alderantzikoa	Zuzenekoa	ALDERANTZIKO GUNE AKTIBOA
Zuzenekoa	Alderantzikoa	AKTIBOA
Zuzenekoa	Zuzenekoa	ASERTASUNA

- (3) 5. Irudiaren zirkuiturako,  $I_C$ -ren espresioa lortu, zirkuituaren tentsioen eta erresistentzien funtzio gisa, lan-gune aktiboan. Zein baldintza bete behar da,  $I_C$  transistorearen  $\beta$ -ren funtzioa ez izateko?



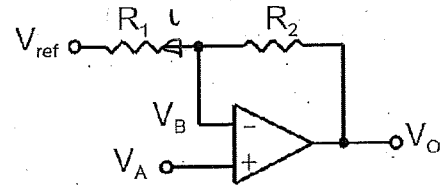
$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{BB} = R_B \cdot I_B + V_{BE_{on}} + R_E \cdot I_E$$

$$I_C = \frac{(V_{BB} - V_{BE_{on}}) \beta}{R_B + R_E(1 + \beta)}$$

$$R_B \ll R_E(1 + \beta) \rightarrow I_C \approx \frac{V_{BB} - V_{BE_{on}}}{R_E}$$

Irudiaren zirkuituaren aplikadore operazionala ideala da eta +15 V eta -15 V tentsioekin elikatzen da. Zirkuituaren helburua da irteeran  $V_o = 3V_A + 5$  lortzea.



(1) 6. Lortu  $V_{ref}$  tentsioaren balioa.

$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} V_{REF} + \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_A$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} = 3 \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 2 \rightarrow V_{REF} = -2,5 V$$

(1) 7. Lortu  $R_1$  eta  $R_2$  erresistentzien balioak.

$$R_2 = 2R_1 \rightarrow R_1 = 1 k\Omega \text{ bada, orduan } R_2 = 2 k\Omega$$

Baldin eta  $V_A = 5 V$  bada:

$$V_o = 3 \cdot 5 + 5 = 20 V; \text{ ezinezkoa: } V_o = 15 V$$

(1) 8. Kalkulatu  $V_o$  tentsioaren balioa.

$$AO \text{ asetStatusetan} \rightarrow V_o = V_{cc} = +15 V$$

(1) 9. Kalkulatu  $V_B$  tentsioaren balioa.

$$V_B = -2,5 V + \frac{15 + 2,5}{3 k\Omega} \cdot 1 k\Omega = 3,33 V$$

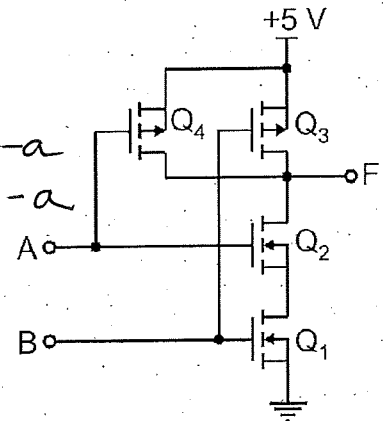
Irudian erakusten den zirkuitua ate logiko baten zirkuitu baliokidea da.

(1) 10. Zein motatakoa da  $Q_1$  transistorea? Eta  $Q_3$  transistorea?

$Q_1$ : n kanaleko ugaltze MOSFET-a

$Q_3$ : p kanaleko ugaltze MOSFET-a

A eta B sarrerak aldagai logikoak dira, zeinetan "1" logikoa 5 V-eko tentsioari dagokion, eta "0" logikoa 0 V-eko tentsioari.

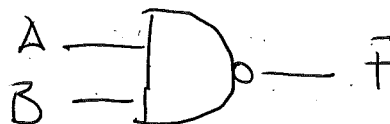


(2) 11. Bete ondoko taula, transistoreen egoerak adieraziz, -ebakidura (OFF), edo eroaten (ON)-, sarreren egoeren konbinaketa bakoitzerako:

A	B	Q1	Q2	Q3	Q4	F
0	0	OFF	OFF	ON	ON	1
0	1	ON	OFF	OFF	ON	1
1	0	OFF	ON	ON	OFF	1
1	1	ON	ON	OFF	OFF	0

(2) 12.  $F = f(A,B)$  funtzio logikoaren adierazpena lortu, eta ate logikoa marraztu.

$$F = \overline{A \cdot B}$$



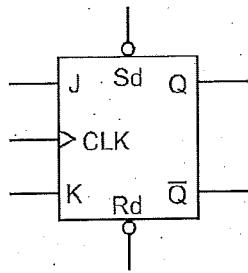
(2) 13. Inplementatu ondoko hiru sarrerako funtzio logikoa, 4:1 multiplexadore bat erabiliz.

$f(A,B,C) = (\bar{A} + \bar{C})(\bar{B} + C)$

A	B	C	f
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$X_1 \quad X_0$

(2) 14. Bete ezazu irudian agertzen den biegonkorren egia-taula.



Sarrerak					Irteerak	
Sd	Rd	CLK	J	K	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$
1	0	X	X	X	0	1
0	1	X	X	X	1	0
1	1	↓	0	0	$Q_n$	$\bar{Q}_n$
1	1	↓	0	1	0	1
1	1	↓	1	0	1	0
1	1	↓	1	1	$\bar{Q}_n$	$Q_n$

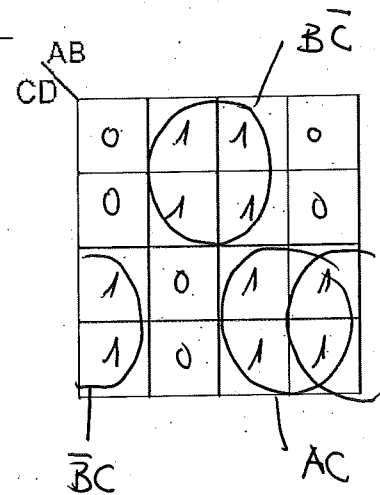
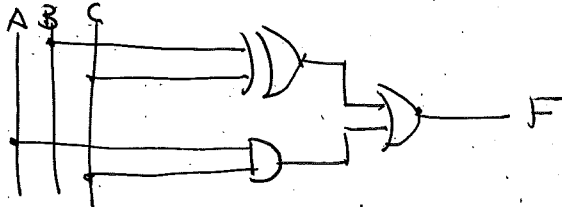
Kontuan hartuta ondoko funtzio logikoa:

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

(2) 15. Sinplifikatu Karnaugh-en diagrama erabiliz.

(1) 16. Marraztu sinplifikatutako funtzioaren zirkuitua.

$$f = \bar{B}C + B\bar{C} + AC = B \oplus C + AC$$



(1) 17. Zenbat 4:1 multiplexadore behar dira 16:1 multiplexadore bat inplementatzeko? 5 (4+1)

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



1. deitura/1er apellido		Titulazioa/Titulación <b>Industria Teknologiarren Ingeniaritzako Gradua</b>
2. deitura/2º apellido		Ikasgaia/Asignatura <b>ELEKTRONIKA</b>
Izena/Nombre		Data/Fecha <b>2017ko urtarrilaren 17a</b>
Ikasturtea/Curso		Kalifikazioa/Calificación
3.		

## PROBLEMAK (6 puntu)

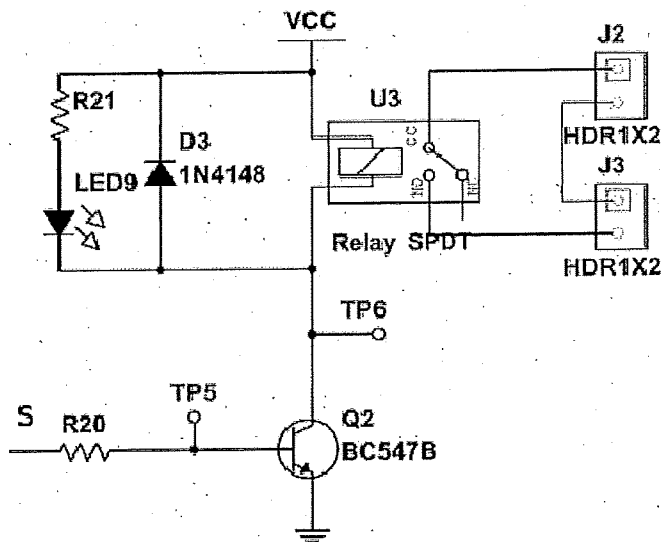
### 1. PROBLEMA (2 puntu)

Irudian erakusten den diseinuaren helburua da U3 errelearen konmutazioa kontrolatzea, R20 erresistentzian ezartzen den S seinalearen bidez.

Errelea aktibatuta dagoen bitartean, LED9 piztuta egongo da.

Gailuen ezaugarriak honako hauek dira:

- Zirkuitua 9 V DC-rekin elikatzen da.
- S seinalea 0 V (errelea irekitzeko) edo 9 V (errelea ixteko) izan daiteke.
- BC547B -ren  $V_{CE-sat}$  0,2 V da.
- BC547B-an:  $V_{BE(ON)} = V_{BE(Sat)} = 0,7$  V.
- BC547B transistorearen espezifikazio-orriak dio  $h_{FE} (\beta)$ -ren balio minimoa 200 dela, eta maximoa 800.
- LED9-k ondo argitzeko, haren bidez 10 mA-ko korrontea pasatu behar da, eta baldintza horietan led-aren  $V_{D(ON)}$  2 V da.



Errelearen (RM50N) espezifikazio-orrietan honako taula hau agertzen da:

### RM50N miniature relays

Coil data - DC voltage version

Table 1

Coil code	Rated voltage V DC	Coil resistance at 20 °C $\Omega$	Acceptable resistance	Coil operating range V DC	
				min. (at 20 °C)	max. (at 20 °C)
1005	5	70	$\pm 10\%$	3,75	6,5
1009	9	225	$\pm 10\%$	6,75	11,7
1012	12	400	$\pm 10\%$	9,00	15,6
1024	24	1 600	$\pm 10\%$	18,00	31,2
1048	48	6 400	$\pm 10\%$	36,00	62,4

- Adierazi itzazu erabili behar den errelearen "Coil code" delakoa eta errelearen erresistentzia balioakidea, aktibatuta dagoenean.

Coil Code = 1009

Erresistentzia ( $\Omega$ ) = 225  $\Omega$

2. Kalkulatu R21 erresistentziaren balioa.

$$R_{21} = 680 \Omega$$

$$V_{CE} = 0,2 \text{ V}; I_{LED} = \frac{9 - 0,2 - 2}{R_{21}} = 10 \text{ mA} \rightarrow R_{21} = 680 \Omega$$

2. R20 erresistentziaren balio maximoa kalkulatu, bermatzeko errelea aktibatzen dela S seinalearen balioa 9 V denean, Q2 transistorea asetasunean jarriz.

$$R_{20} = 33,8 \text{ k}\Omega$$

$$I_{R20} = \frac{9 - 0,2}{225 \Omega} = 39,11 \text{ mA}$$

$$I_C = 39,11 \text{ mA} + 10 \text{ mA} = 49,11 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{9 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{R_{20}} > \frac{I_C}{\beta_{\text{min}}}; R_{20} < \frac{200(9 - 0,7)}{49,11 \text{ mA}} = 33,8 \text{ k}\Omega$$

Zirkuitua muntatzen dugu R20 = 68 kΩ izanik. S seinalearen balioa 9 V denean, honako neurketa hauek egiten ditugu, TP5 eta TP6 puntuetan: TP5 = 0,68 V; TP6 = 1,5 V. Baldintza hauetan:

3. Zein da transistorearen lan-gunea?

LAN-GUNEA AKTIBOA

$$V_{CE} = 1,5 \text{ V} > V_{CE \text{ SAT}}$$

4. Kalkulatu transistorearen korrontek:

$$I_B = \frac{9 - 0,68}{68 \text{ k}\Omega} = 122,4 \mu\text{A}$$

$$I_{LED} = \frac{9 - 2 - 1,5}{680} = 8,09 \text{ mA}$$

$$I_{R20} = \frac{9 - 1,5}{225} = 33,3 \text{ mA}$$

$$I_C = 41,4 \text{ mA}$$

$$I_B = 122,4 \mu\text{A}$$

$$I_C = 41,4 \text{ mA}$$

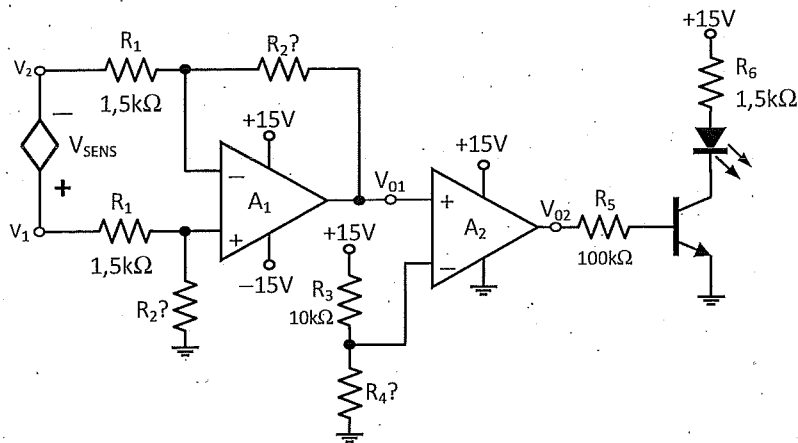
$$I_E = 41,52 \text{ mA}$$

5. Kalkulatu Q2 transistorearen β:

$$\beta = 338$$

$$\beta = I_C / I_B$$

2. PROBLEMA (2 puntu)



Ondoko irudian erakusten den zirkuituak labe baten temperatura neurtzen du, eta LED diodo bat pizten du, desiratutako temperatura lortzen denean. Temperatura sentsore lineal baten bidez neurtzen da; sentsore horrek temperaturarekiko proportzionala den tentsio bat ematen du,  $V_{SENS} = k \cdot T$ , non  $k = 10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  eta  $T$   $^\circ\text{C}$ -tan neurtzen den.

1. Kalkulatu  $V_{01} = f(V_1, V_2, R_1, R_2)$  espresioa:

$$V_{01} = \frac{R_2}{1,5k\Omega} \cdot (V_1 - V_2)$$

Amplifikadore diferentziala:

$$V_{01} = 10 \frac{\text{mV}}{^\circ\text{C}} \cdot \frac{R_2}{1,5k\Omega} \cdot (V_1 - V_2)$$

2.  $R_2$  erresistentziaren balioa aurkitu, AmpOp 1-en irteera-tentsioa 10 V izateko labearen temperatura  $200^\circ\text{C}$  denean.

$$R_2 = 7,5 \text{ k}\Omega$$

$$V_{01} = 10 \frac{\text{mV}}{^\circ\text{C}} \cdot 200^\circ\text{C} \cdot \frac{R_2}{1,5k\Omega} = 10 \text{ V}$$

$$R_2 = 7,5 \text{ k}\Omega$$

3. Zein da zirkuituak neurtu ahal duen temperaturaren balio maximoa, Amp Op 1 asetsunean sartu gabe?

$$T_{\text{max}} = 300^\circ\text{C}$$

$$V_{01} = 10 \frac{\text{mV}}{^\circ\text{C}} \cdot T_{\text{max}} \cdot 5 = 15 \text{ V}$$

$$T_{\text{max}} = 300^\circ\text{C}$$

4. Adierazi  $R_4$  erresistentziaren balioa, LED diodoa pizteko labearen temperatura  $150^\circ\text{C}$ -ra heltzen denean.

$$R_4 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$V_{01} \Big|_{T=150^\circ\text{C}} = 7,5 \text{ V} = V_- = 15 \frac{R_4}{10k\Omega + R_4}$$

$$R_4 = 10 \text{ k}\Omega$$

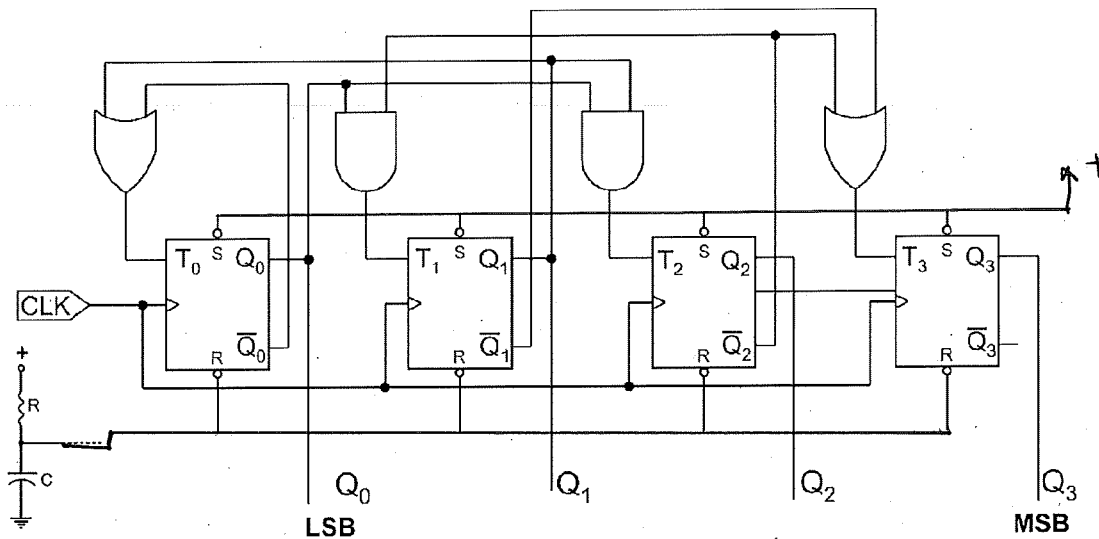
5. Zein balio hartu ahal du  $V_{02}$  seinaleak, zirkuituaren funtzionamenduan?

$$T < 150^\circ\text{C} \rightarrow V_{02} = 0 \text{ V}$$

$$T > 150^\circ\text{C} \rightarrow V_{02} = V_{CC} = 15 \text{ V}$$

### 3. PROBLEMA (2 puntu)

Ondoko irudian agertzen den zirkuitu sekuentziala kontuan hartuta:



1. Adierazi biegonkorren sarreren adierazpen logikoak,  $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  eta  $Q_3$  aldagai logikoen funtzio gisa.

$$T_3 = \overline{Q_1} + \overline{Q_2} \quad T_2 = Q_0 \cdot Q_1 \quad T_1 = Q_0 \cdot \overline{Q_2} \quad T_0 = \overline{Q_0} + Q_1$$

2. Konektatu biegonkor guztien R (reset) eta S (set) sarrera **guztiak**, kontadorea 0000 egoeran ( $Q_3, Q_2, Q_1, Q_0$ ) hasieratzeko.

3. Aurreko adierazpenetatik hasita, ondoko taula bete:

Unea	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$T_3$	$T_2$	$T_1$	$T_0$	
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	1	0	1	0	9
2	0	0	1	1	1	1	1	1	3
3	1	1	0	0	1	0	0	1	12
4	0	1	0	1	1	0	0	0	5
5	1	1	0	1	1	0	0	0	13
6	0	1	0	1	1	0	0	0	5
7	1	1	0	1	1	0	0	0	13
8	0	1	0	1	1	0	0	0	5
9	1	1	0	1	1	0	0	0	13

4.  $Q_3, Q_2, Q_1$  eta  $Q_0$  irteerek 4 biteko zenbaki bitarra osatzen badute ( $Q_0$  pisu gutxieneko bita da, eta  $Q_3$  pisu handieneko bita da); zein da kontadorearen sekuentzia, zenbaki hamartarretan adierazita?

Sekuentzia = 0, 9, 3, 12, 5, 13, 5, 13, 5, 13, ...

5. Zein da kontadorearen modulua?

Modulua = 2 zikloa egonkortzen direan, modulua 2 da: 5-13-5-13-...