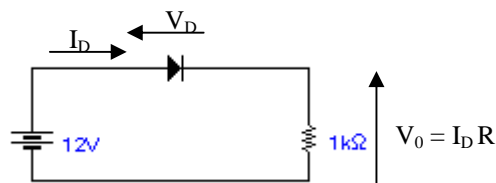


**DIODOARI BURUZKO**

**ARIKETAK**



## DIODOAK DITUZTEN ZIRKUITUAK EBAZTEA: SEINALE JARRAITUAK



### 1.- Soluzio zehatza bilatzeko:

Datua:  $I_{sat}$  edo I-V ezaugarria:

(normalean, diodo bakar bat dugunean erabiliko dugu)

- Shockleyren ekuazioa(k) planteatu
- Zirkuituaren ekuazioak planteatu (diodoa kutxa beltz bat izango balitz bezala) (karga-zuzena)
- Ekuazio-sistema ebatzi:
  - Grafikoki (A eta B ataletan lortutako kurben bidegurutzeko puntua)
  - Iteratuz

### 2.- Gutxi gorabeherako soluzioa bilatzeko:

Datua: erabili beharreko eredu linealak (ON eta OFF egoeretan):

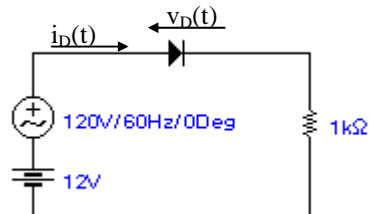
(Diodo bakar bat dugunean ere balio digu baina, normalean, bi diodo edo gehiago ditugunean erabiliko dugu)

- Diodoen egoera posible guztiak kontuan hartu → konbinaketak izendatu
- Aukera bakoitzeko:
  - Diodoak beren zirkuitu baliokideaz ordeztu(egoera hipotetikoaren arabera)
    - OFF → Korronea = 0 (eta tentsioa, negatiboa\*)
    - ON → Tentsioa = 0-0,7 (eta korronea, positiboa\*)
  - Lortutako zirkuitua ebatzi
  - Ustezko egoerak betetzen ote diren egiaztatu:
    - OFF → \* Tentsioa negatiboa al da (korronea = 0)?
    - ON → \* Korronea positiboa al da (tentsioa = 0-0,7)?
  - Ondorioz, aukera horiek baliagarriak edo ezinezkoak diren erabaki

(Tarte bakoitzean, aukera bakar bat izango da baliagarria; beraz, aukeren azterketa asko erraz daiteke aldeztetik *egoera posibleak* - bideragarritasunaren arabera- ordenatzen baditugu)

## DIODOAK DITUZTEN ZIRKUITUAK EBAZTEA: SEINALE EZ JARRAITUAK (ALTERNOAK GEHI JARRAITUAK)

Orokorrean ezin da gainezarpenaren printzipioa erabili (hori bakarrik zirkuitu linealetan aplika daiteke eta diodoa ez da dispositibo lineala).

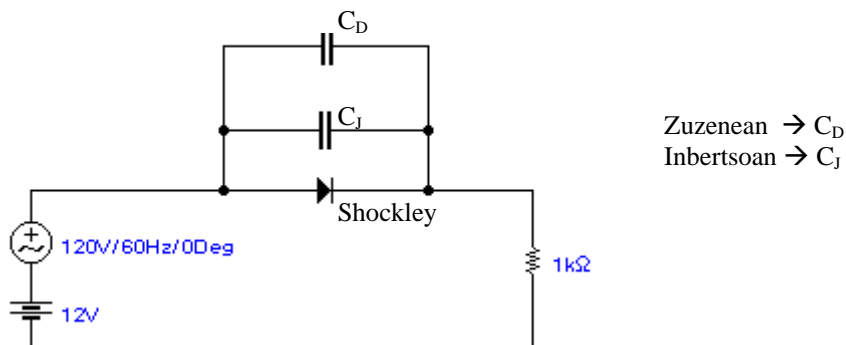


### 1.- Maiztasuna oso altua denean ( $f > 1 \text{ MHz}$ ):

Ez dakigu nola ebazten den.

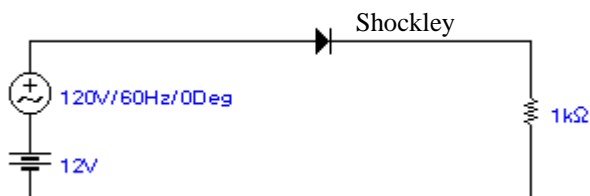
### 2.- Maiztasuna ertaina denean ( $100 \text{ Hz} < f < 1 \text{ MHz}$ ):

Kargaren bidezko kontrol eredu osoa erabili behar da.



### 3.- Maiztasuna oso baxua denean ( $f < 100 \text{ Hz}$ ):

Karga-kontrol ereduak, kondentsadoreak ez ditugu aintzat hartu.



**DIODOAK DITUZTEN ZIRKUITUAK EBAZTEA: SEINALE EZ JARRAITUAK (ALTERNOAK GEHI JARRAITUAK)**

$V_D \gg V_T$  ETA  $v_d(t) \ll V_T$  **KASU BEREZIA: SEINALE TXIKIA**

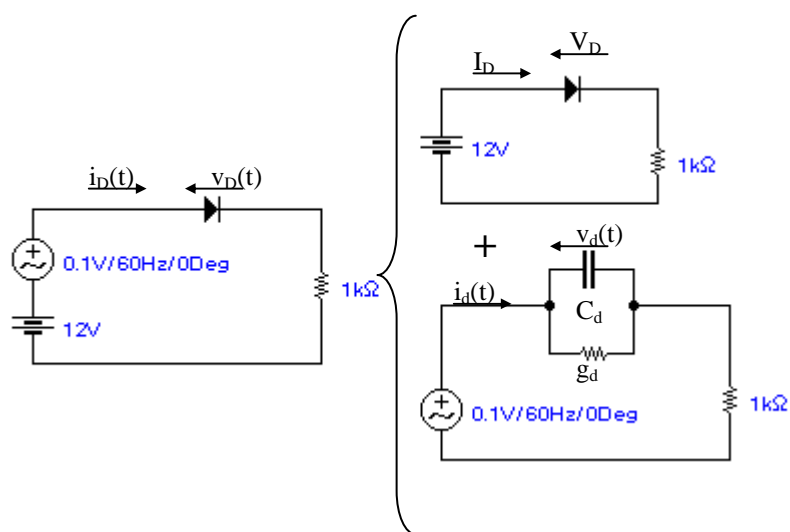
Gainezarpena erabil daiteke (azkenean, alternoaren erantzuna bakartu eta linealdu delako).

**1.- Maiztasuna oso altua denean ( $f > 1$  MHz):**

Ez dakigu nola ebazten den.

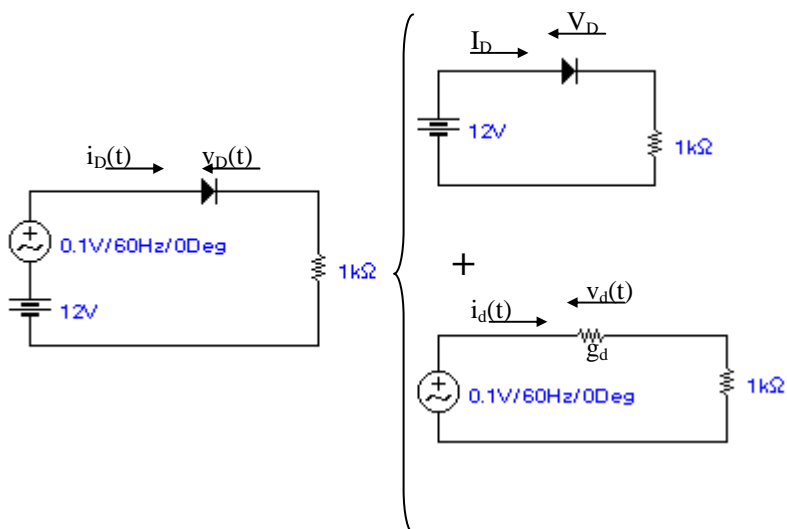
**2.- Maiztasuna ertaina denean ( $100$  Hz  $< f < 1$  MHz):**

Karga-kontrol eredutik ondorioztatzen zenez:



**3.- Maiztasuna oso baxua denean ( $f < 100$  Hz):**

Karga-kontrol eremuan, kondentsadoreak ez ditugu aintzat hartzen.



( $V_D \gg 25$  mV eta  $|v_d| \ll 25$  mV ezberdintasunak egiaztatu beharko genituzke)

Diodoari buruzko ariketak: zirkuituak ebazteko prozeduren laburpena

### 1. ARIKETA: juntura latz lau bati dagokion hustutako eskualdea

Germaniozko pn juntura latz batek honako ezpurutasun-kontzentrazio hauek ditu:  
 $N_A = 5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ;  $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ .

- Kalkulatu potentzial termodinamikoa ( $\Phi_T$ ) giro-tenperaturan gaudela jakinda (tenperatura horretan,  $n_{iGE}^2 = 6 \cdot 10^{26} \text{ cm}^{-6}$ ).
- $V = 0 \text{ V}$  bada, kalkulatu hustutako eskualdean agertzen den eremuaren balio maximoa eta eskualdearen zabalera ( $\epsilon_{Ge} = 6.3$ ;  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$ ).
- Errepikatu aurreko atalak, tentsioa  $V = -20 \text{ V}$  bada.

### 2. ARIKETA: korronteak eta korronte-dentsitateak

Siliziozko ( $n_i = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ) diodo luze batean,  $N_A = 10^{18}$  eta  $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$  dira. Kalkulatu  $V = 0.2 \text{ V}$ ,  $V = 0.4 \text{ V}$ ,  $V = 0.6 \text{ V}$ ,  $V = 0.7 \text{ V}$ ,  $V = -0.5 \text{ V}$  eta  $V = -10 \text{ V}$  tentsioei dagozkien korronteak.

Datuak:  $KT/q = 25 \text{ mV}$ ,  $\epsilon_{Si} = \epsilon_{erlatiboa} \epsilon_0 = 650q \text{ F/um} = 104\text{pF/m} = 1.04 \text{ pF/cm}$  (edo  $\epsilon_{rSi} = 11.8$ ),  $\Phi_T = 0.67 \text{ V}$ ,  $D_n = 6 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $D_p = 15 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $\tau_p = 50 \mu\text{s}$ ,  $\tau_n = 50 \mu\text{s}$  eta Azalera =  $0.5 \text{ cm}^2$

### 3. ARIKETA: eramaileen soberakinen profilak eta korronte-dentsitateak (katodo luzea eta anodo laburra dituen diodoa)

$V$  tentsioaz ( $0 < V < \Phi_T$ ) polarizatutako diodo batean agertzen diren eramaileen eta korronte-dentsitateen profilak marraztu.

Datuak: Katodoan,  $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ,  $L_p = 275 \mu\text{m}$  eta  $w_k = 800 \mu\text{m}$ .

Anodoan,  $N_A = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ,  $L_n = 15 \mu\text{m}$  eta  $w_a = 5 \mu\text{m}$ .

### 4. ARIKETA: uniformeki argizaturiko diodoa

Pn junturako diodo bat dugu. Bai anodoa bai katodoa laburrak dira (barreiapeneko luzerarekin alderatuz) eta, beraz, bolumeneko birkonbinaketa aintzat ez hartzeko modukoa da. Kontaktuak, berriz, ohmikoak dira. Bolumen osoa uniformeki argiztatzen dugu, eta  $G_L$  pare/cm<sup>3</sup>/s sortu.

Diodoa zirkuitulaburtzen dugu ( $V = 0 \text{ V}$ , *short circuit* egoera behartuz).

- Marraztu urrienen profilak
- Kalkulatu birkonbinaketa osoa
- Kalkulatu argiak guztira eragiten duen sorrera
- Kalkulatu kanporantz irtengo den korrontea ( $I_{sc}$ )

## Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak

Argia mantenduz  $V$  tentsioa aplikatzen badugu (eta argirik gabe Shockleyren ekuazioa betetzen dela onartuz):

- e) Marraztu urrienen profila
- f) Marraztu eta kalkulatu tentsio/korronte-ezaugarria

Orain, diodoa zirkuitu irekian uzten badugu (*open circuit*):

- g) Kalkulatu  $V_{oc}$  (zirkuitu irekiko tentsioa)

Jarraian, diodoaren kontaktuen artean, erresistentzia bat jartzen dugu:

- h) Kalkulatu haren balioa, oraingo korrontearen balio absolutua  $I_{sc}/2$  bada

### 5. ARIKETA: diodo luze baten analisisia

Pn juntura latzeko diodo bat dugu. Karga espazialeko eskualdean ez dago ez sorrerarik ez eta birkonbinaketarik ere.

Datuak: Anodoan:  $N_A = 6.25 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,  $D_n = 50 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $\tau_n = 2 \mu\text{s}$

Katodoan:  $N_D = 6.25 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $D_p = 50 \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $\tau_p = 2 \mu\text{s}$

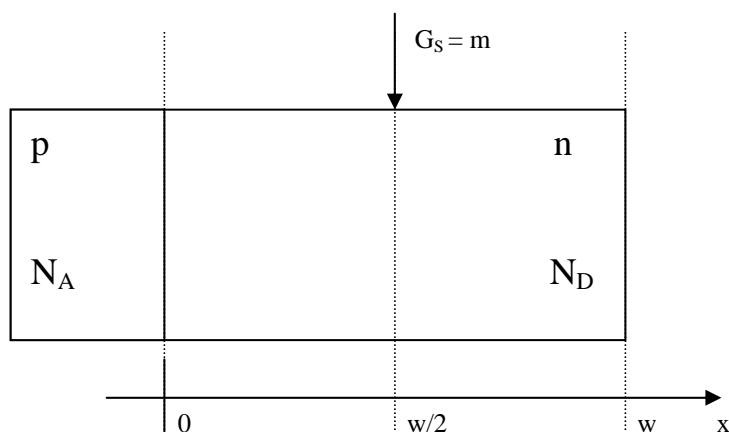
$n_i = 2.5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$

- a) Hustutako eskualdea zeharkatzen duen korrontean, zenbat da (gutxi gorabehera) elektroien korrontearen garrantzia (%koetan)?
- b) Diodoaren sekzioa  $A = 0.01 \text{ cm}^2$  bada, zenbat da asetasuren korrontea?

### 6. ARIKETA: katodoaren erdiko gainazalean argizatutako diodoa

Beheko irudian agertzen den pn juntura laser batez argizatzen dugu katodoaren erdiko gainazalean ( $x = w/2$ ), eta  $m = 1.25 \cdot 10^{16}$  pare sortzen ditugu (zentimetro koadroko eta segundo bakoitzeko).

Egoera geldikorrean gaude eta bolumeneko birkonbinaketa aintzat ez hartzeko modukoa da (hau da: erdibizitza oso altua da = zabalerak oso laburrak dira barreiapeneko luzerarekin alderatuz gero). Kontaktuak ohmikoak dira.





## Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak

Juntura zirkuitulaburrean badago ( $V = 0$ ).

- Marraztu urrienen soberakinen profila. Kalkulatu  $x = w/2$  gainazalean dagoen soberakina,  $p'(W/2)$  ( $U = 0$  hartu).
- Kalkulatu korrante-dentsitate osoa ( $J_L$ ). Zein da haren noranzkoa?
- Zenbat da  $n$  eskualdean benetan dugun birkonbinaketa? Ontzat eman al daiteke  $U \sim 0$  hurbilketa?

Laser-izpia hustutako eskualderantz daramagu:

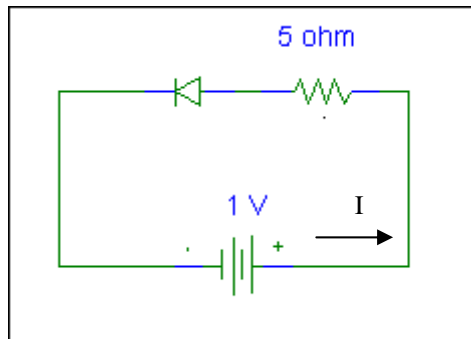
- Marraztu eta kalkulatu eramaile-profilak eta korrante-dentsitateak
- Zenbat da, aplikatu beharko genukeen tentsioa  $J = 0$  korrantea lortzeko?

Datuak:  $N_A \gg N_D$ ;  $n_i = 1.5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ;  $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $KT/q = 25 \text{ mV}$ .

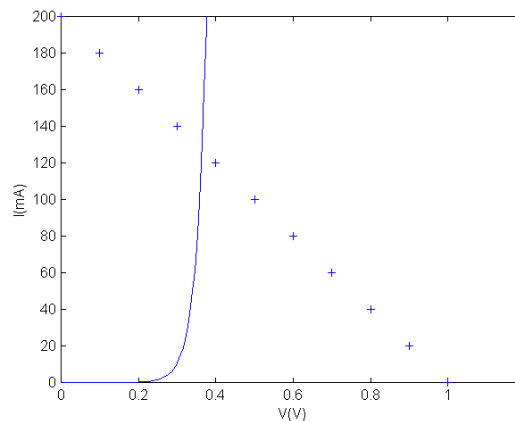
Katodoan,  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ;  $L_p = 200 \text{ }\mu\text{m}$ ;  $\tau_p = 15 \text{ }\mu\text{s}$ ;  $w = 100 \text{ }\mu\text{m}$ .

### 7. ARIKETA: diodoak dituzten zirkuituak zehatz-mehatz ebaztea

- Irudian agertzen den zirkuituan, kalkulatu diodoan erortzen den tentsioa eta zirkuitua zeharkatzen duen korrantea. Datua: I-V ezaugarria (2. Irudia).



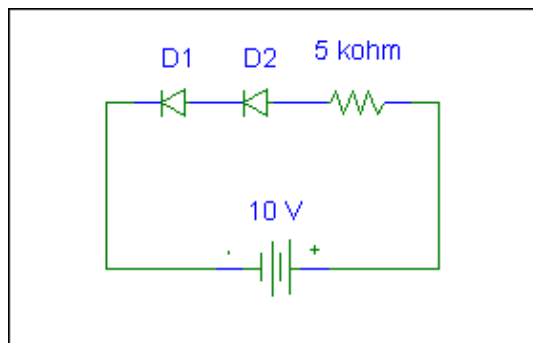
1. Irudia. Zirkuitua



2. Irudia. I-V kurba

### Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak

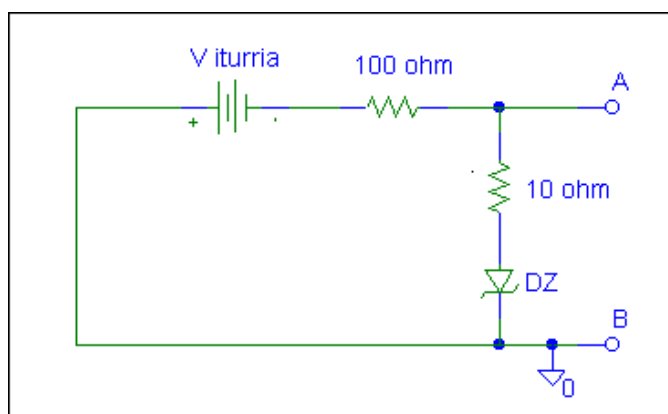
- b) Aurreko zirkuituan, ezaugarria izan beharrea  $I_{\text{sat}} = 100 \text{ nA}$  (hau da,  $10^{-7} \text{ A}$ ) datua ematen badigute, zenbat da  $V_D$ ? Eta  $I$ ?
- c) 3.n Irudiko zirkuituan,  $I_{\text{sat}1} = 10 \text{ }\mu\text{A}$  eta  $I_{\text{sat}2} = 20 \text{ }\mu\text{A}$  dira. Kalkulatu korronea eta tentsioak.



3. Irudia. Azken ataleko zirkuitua

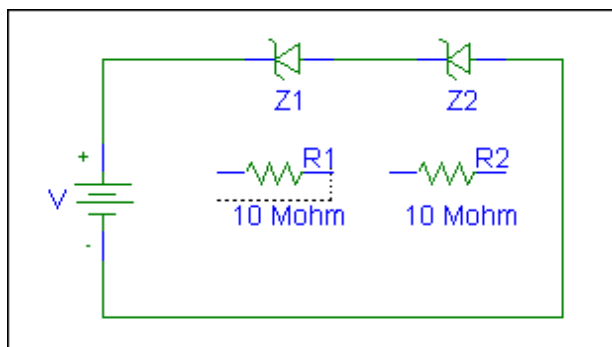
### 8. ARIKETA: tentsioa zener diodoen bidez mugatzea

$V_{\text{iturria}}$  tentsioa 0-24 volt tartean badabil, zenbat da A puntuan (lurrarekiko) dagoen tentsioa. Datua:  $V_Z = 8 \text{ V}$ .



### 9. ARIKETA: zener diodoak seriean

Irudian agertzen diren bi diodoen asetasuneko korroneak  $I_{\text{sat}1} = 1 \text{ }\mu\text{A}$  eta  $I_{\text{sat}2} = 2 \text{ }\mu\text{A}$  dira. Beren haustura-tentsioak berdinak dira:  $V_{Z1} = V_{Z2} = 100 \text{ V}$ .



## Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak

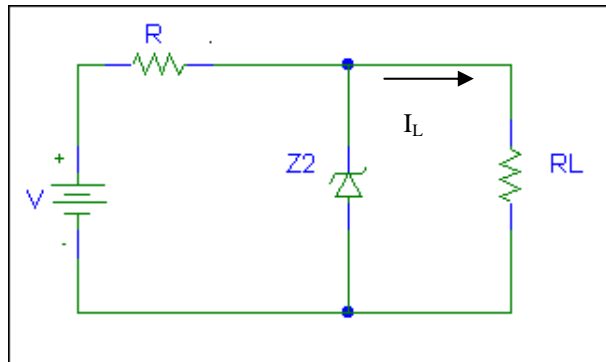
Kalkulatu:

- Diodo bakoitzaren tentsioa eta korronea,  $V = 90 \text{ V}$  (edo  $9\text{V}$ ) denean.
- Diodo bakoitzaren tentsioa eta korronea,  $V = 110 \text{ V}$  denean.
- Eta paraleloan bi erresistentzia jartzen badizkiegu ( $R_1 = R_2 = 10 \text{ M}\Omega$ )?

### 10. ARIKETA: zener diodoen ohiko aplikazioa eta mugak

Oldarrezko diodo batek 50 voltetan finkatzen du tentsioa hura zeharkatzen duen (alderantzizko) korronea 5 mA eta 40 mA tartean badago.

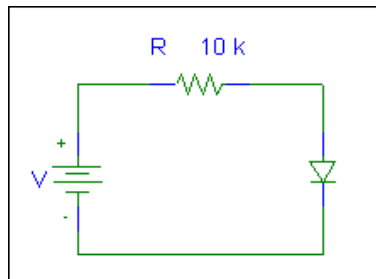
- Kalkulatu  $R$ , baldin eta  $I_L$  korronea 0 eta  $I_{\max}$  artean ( $0 < I_L < I_{\max}$ ) dagoenean tentsioa 50 voltetan egotea nahi badugu. Elikadura-tentsioa  $V_{\text{iturria}} = 200 \text{ V}$ .
- Zenbat balio du  $I_{\max}$  balioak?
- R a) atalekoa bada eta  $I_L = 25 \text{ mA}$  bada, zein dira  $V_{\text{iturria}}$  tentsioaren muturreko balio posibleak (zenerrak “egokiro” lan egiteko)?



### 11. ARIKETA: diodoaren ereduak (zuzeneko polarizaziopean)

Kalkulatu honako zirkuitu honetako  $I_D$ :

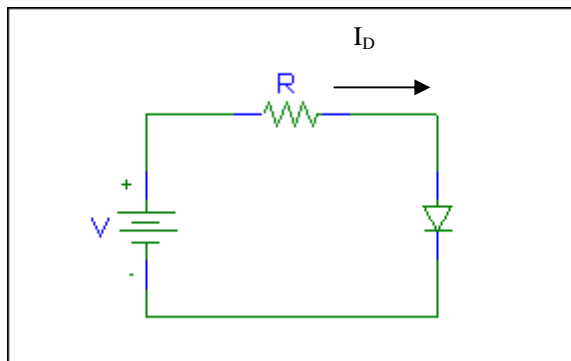
- $V_{\text{elikadura}} = 10 \text{ volt}$  denean
- $V_{\text{elikadura}} = 1 \text{ volt}$  denean



Kasu bakoitzean, honako hiru ereduak erabili: 1.- Diodo ideala; 2.- Tentsio konstantea ( $V_\gamma = 0.5 \text{ V}$ ); 3.- Bateria + Erresistentzia eredu (  $V_\gamma = 0.5 \text{ V}$ ;  $R_f = 200 \Omega$  )

## 12. ARIKETA: zirkuitu baten ebazpena iteratzea

Beheko zirkuituan,  $I_D$  kalkulatu:



$V_{\text{elikadura}} = 15$  volt;  $I_{\text{sat}} = 100$  nA;  $R = 100 \Omega$ .

( $R_{\text{eskualde neutroak}}$  ematen ez digutenez, aintzat ez hartzeko modukoa dela onartuko dugu).

## 13. ARIKETA: ezaugarri-kurba ez ideala deduzitzea

Batzuetan,  $I = I_0 \cdot [\exp(V/V_T) - 1]$  ekuazioaz baino, beste eredu batez doitu egiten da diodoaren I-V kurba erreala.

Diodo erreal baten bi datu honako hauek badira:  $I(0.6V) = 0.25$  mA;  $I(0.85V) = 100$  mA

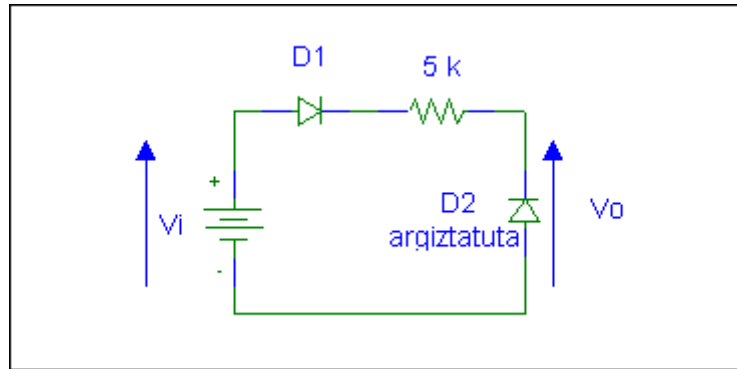
- Kalkulatu  $I = I_0 \cdot [\exp(V/mV_T) - 1]$  ereduko m eta  $I_0$ .
- Kalkulatu eredu lineala lortzeko behar diren  $V_\gamma$  eta  $R_f$ .

DATUAK:  $KT/q = V_T = 25$  mV

## 14. ARIKETA: argizaturiko diodo bat duen zirkutua

Irudian agertzen diren bi diodoak berdinak dira, salbuespen bakarrarekin:  $D_1$  diodoaren sekzioa (sekzioaren azalera)  $D_2$  diodoaren azaleraren doblea da. Gainera,  $D_2$  diodoaren katodoaren erdiko gainazala ( $x = w_k/2$  puntua, hain zuzen ere) argi indartsu eta estu batez argiztatzen da, eta gainazal horretan segundo bakoitzeko  $G_s = 2 \cdot 10^{16}$  pare/cm<sup>2</sup> sortzen dira argiak sortzen ditu. Kontaktuak ohmikoak dira eta egoera geldikorrean gaude.

Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak



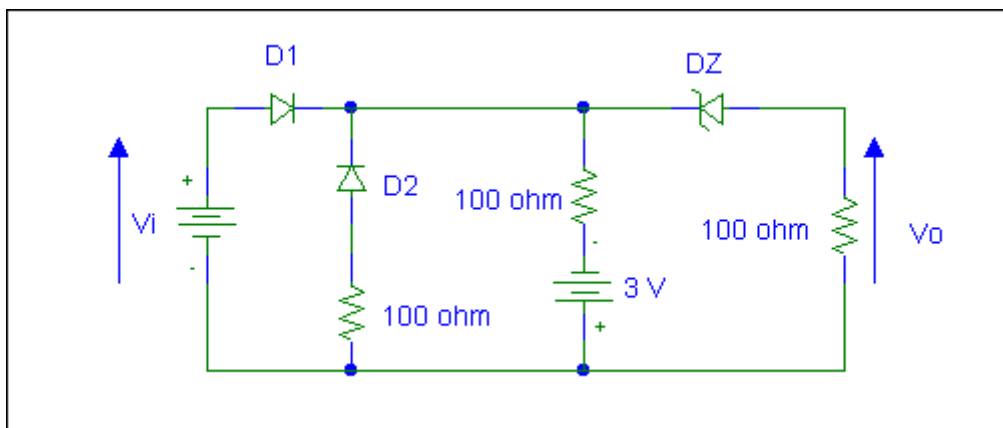
Kalkulatu:

- a)  $V_o = V_o(V_i)$ ,  $V_i$  15 volt – 30 volt tartean badago (marraztu kurba).
- b) Diodoetan agertzen den tentsioa.
- c) Eramailen soberakinen profilak  $V_i = 20$  volt denean

DATUAK:  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $n_i = 1,5e10$  cm<sup>-3</sup>,  $A_1 = 0,1$  cm<sup>2</sup>;  $A_2 = 2 \cdot A_1 = 0,2$  cm<sup>2</sup>;  $\tau_p = 15$   $\mu$ s;  $N_A \gg N_D = 1E15$  cm<sup>-3</sup>,  $L_p = 200$   $\mu$ m.  $W_{katodo} = 100$   $\mu$ m .

**15. ARIKETA: transferentzia-kurbak zener diodoekin**

Irudian ikusten dugun zirkuituan, diodoak idealak dira eta Zener diodoaren haustura  $V_Z = 8$  V tentsioan gertatzen da. Kalkulatu eta marraztu transferentzia-kurba  $V_i$  tentsioa - 100 volt – 100 volt tartean badago.



**16. ARIKETA: korrante handiek eskualde neutroetan eragiten duten tentsioa**

$10^{-4} \text{ cm}^2$ -ko azalera duen pn junturako diodo baten ezaugarriak honako hauek dira:

	<u>Katodoa</u>	<u>Anodoa</u>
Ezpurutasun-kontzentrazioa:	$N_D = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$	$N_A = 2 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$
Eskualde neutroen luzera:	$w_n = 50 \text{ }\mu\text{m}$	$w_p = 20 \text{ }\mu\text{m} \ll L_n$
Eskualde neutroen erresistibitatea:	$\rho_n = 10^{-2} \text{ }\Omega \cdot \text{cm}$	$\rho_p = 50 \text{ }\Omega \cdot \text{cm}$
		$\mu_n = 1400 \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$

Kalkulatu zer tentsio ( $V_{\text{Osoa}}$ ) aplikatu den, korrantea  $0.65 \text{ mA}$ -koa bada.

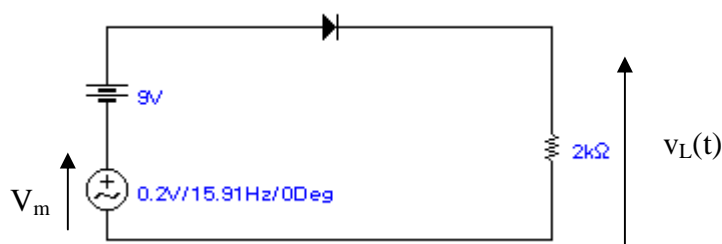
Azaldu tentsio hori nola banatzen den eskualde dipolarraren ( $V_j$ ) eta eskualde neutroen ( $V_{\text{anodo}}$  eta  $V_{\text{katodo}}$ ) artean.

**17. ARIKETA: erregimen dinamikoa eta seinale txikia**

Irudian agertzen den zirkuituan  $V_{\text{JARRAITUA}} = 9 \text{ V}$ ;  $V_m = 0.2 \cdot \sin(100t) \text{ V}$  eta  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ .

Diodoaren seinale handiko eredu linealaren ezaugarriak honako hauek dira: atariko tentsioa  $V_\gamma = 0.6 \text{ V}$  eta  $R_f$  ( $f = \text{forward} = \text{zuzenekoa}$ ) =  $10 \text{ }\Omega$ .

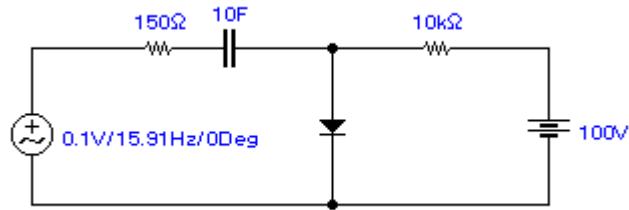
Kalkulatu kargan agertzen den tentsioa  $v_L(t)$ .



**18. ARIKETA: erregimen dinamikoa eta seinale txikia**

Irudian agertzen den zirkuituko pn junturako diodoaren asetasuneko korrantea ( $I_{\text{sat}}$ ) eta eskualde neutroek eta kontaktuek batera agertzen duten erresistentzia ( $R_s$ ) badakizkigu:  $I_{\text{sat}} = 1 \text{ nA}$ ;  $R_s = 5 \text{ }\Omega$ . Gainera, kommutazio-denbora neurtuz, eskualde neutroetako erdibizitza antzeman da:  $\tau = 1 \text{ }\mu\text{s}$ .

Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak

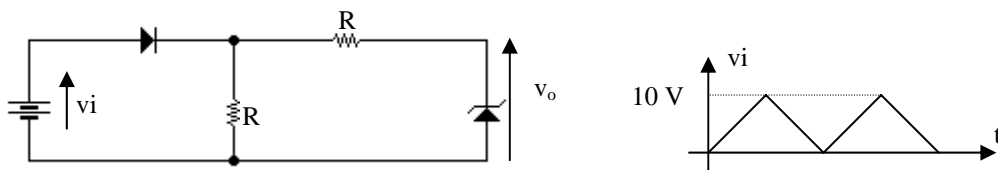


Kalkulatu:

- $v_i = 0$  denean, diodoa zeharkatzen duen korronea ( $I_D$ ).
- Aurreko egoeran diodoan dugun tentsioa ( $V_D$ ).
- $v_i = 0.1 \sin(100t)$  denean, diodoan agertzen den tentsioa (osoa).

**19. ARIKETA: transferentzia-kurbak**

Beheko zirkuituan, diodoak idealak dira ( $V_Z = 5 \text{ V}$ ).

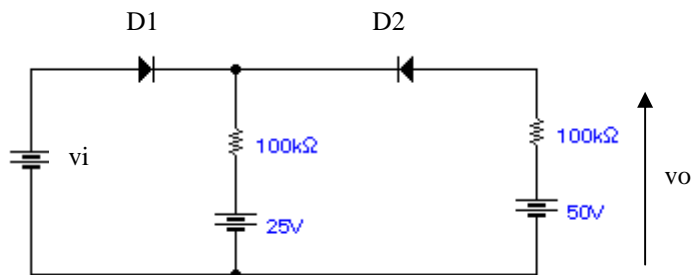


- Kalkulatu eta marraztu transferentzia-kurba.
- Marraztu  $v_o(t)$ ,  $v_i(t)$  ezkerreko irudikoa denean.

**20. ARIKETA: transferentzia-kurbak**

Beheko zirkuituan,  $v_i$  tentsioak 0 – 100 V tarteko balioak izan ditzake.

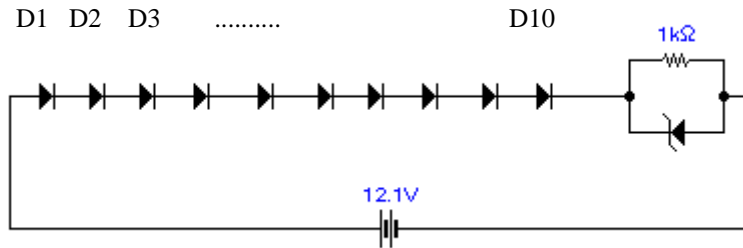
Irudikatu transferentzia-kurba (diodoak idealak dira).



**21. ARIKETA: diodoen konbinaketak zehatz-mehatz ebaztea**

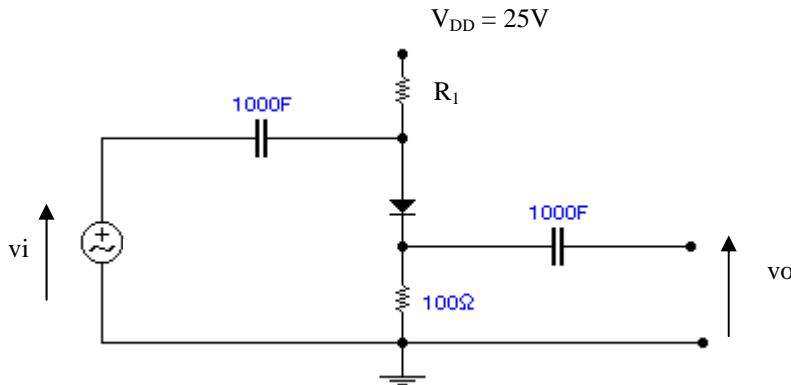
Beheko zirkuituko diodo zuzentzaileak berdin-berdinak dira, eta haien asetatsuneko korrontea  $I_{sat} = 1 \mu A$  da. Zener diodoaren ezaugarriei dagokienez:  $V_Z = 12 V$ ;  $I_{sat \text{ zener}} = 0.72 \mu A$  parametroak badakizkigu.

Erresistentziatik igarotzen den korrontea  $1 \mu A$  bada, zenbat da  $R$ ?



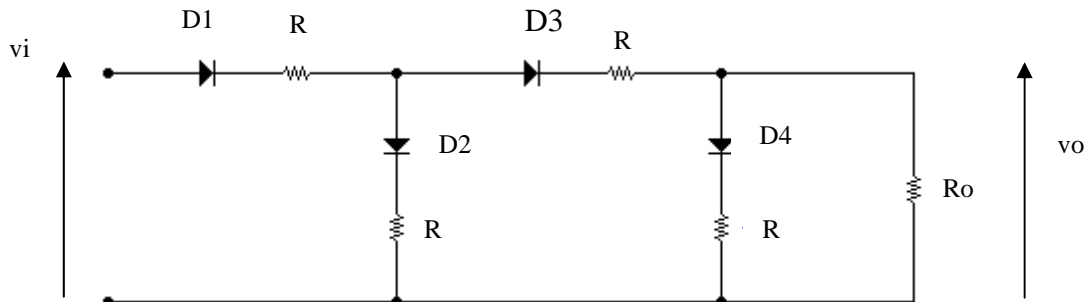
**22. ARIKETA: seinale txikia**

Kalkulatu  $R_1$  erresistentziaren balioa, irteerako seinalearen amplitudea sarrerakoaren erdia izateko (maiztasun baxuetan). Diodoa (jarraituan) idealtzat jo.



**23. ARIKETA: transferentzia-kurba**

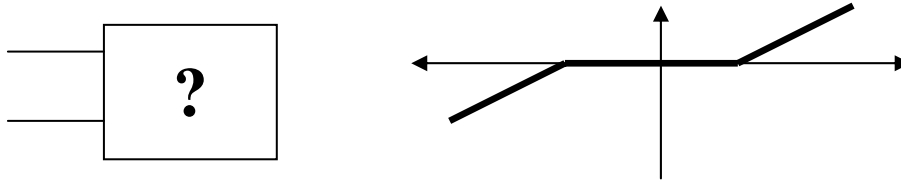
Datuak.  $V_\gamma = 0.4 V$  eta  $R \ll R_o$ .





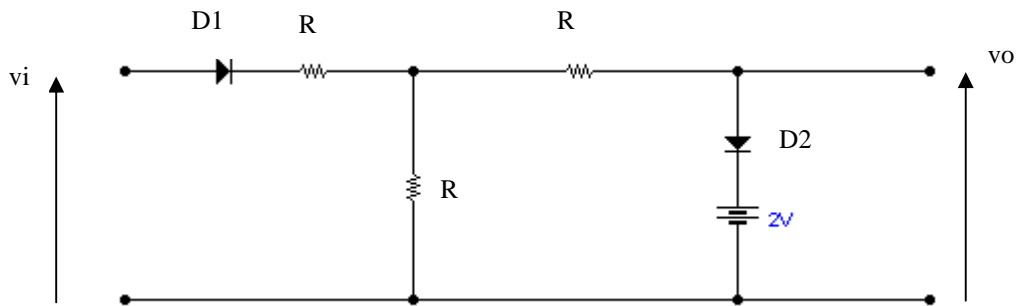
**24. ARIKETA: transferentzia-kurba**

Diseinatu beheko irudian agertzen den ezaugarria aurkeztuko duen zirkuitua.



**25. ARIKETA: transferentzia-kurbak**

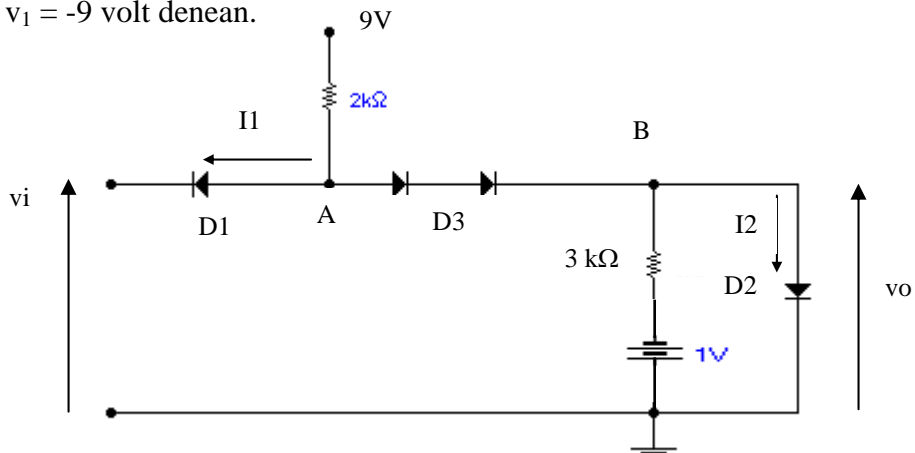
- a) Kalkulatu beheko zirkuituko transferentzia-kurba, diodoak idealak badira.
- b) Eta diodoen ukondoko tentsioa 0.7 bada, zer gertatzen da?
- c) Diodoak idealak direnean, nola alda genezake zirkuitua (eskuineko adarra) irteerako tentsioak 2 voltetan mugaturik jarrai dezan. Hau da, zein da eskuineko adarraren zirkuitu baliokide bat (kasu honetan).



**26. ARIKETA: transferentzia-kurbak**

Irudiko zirkuituan, diodoak idealak dira. Kalkulatu  $I_1$ ,  $I_2$  eta  $v_o$ :

- a)  $v_1 = 0.2$  volt denean.
- b)  $v_1 = -9$  volt denean.



**27. ARIKETA: diodoak seriean eta paraleloan konbinatzea**

Baditugu bi diodo berdintsu,  $D_1$  eta  $D_2$ . Haien arteko ezberdintasun fisiko bakarra azalera datza:  $D_2$  diodoaren sekzioa  $D_1$  diodoarena bider lau da ( $A_{D2} = 4 \cdot A_{D1}$ ).

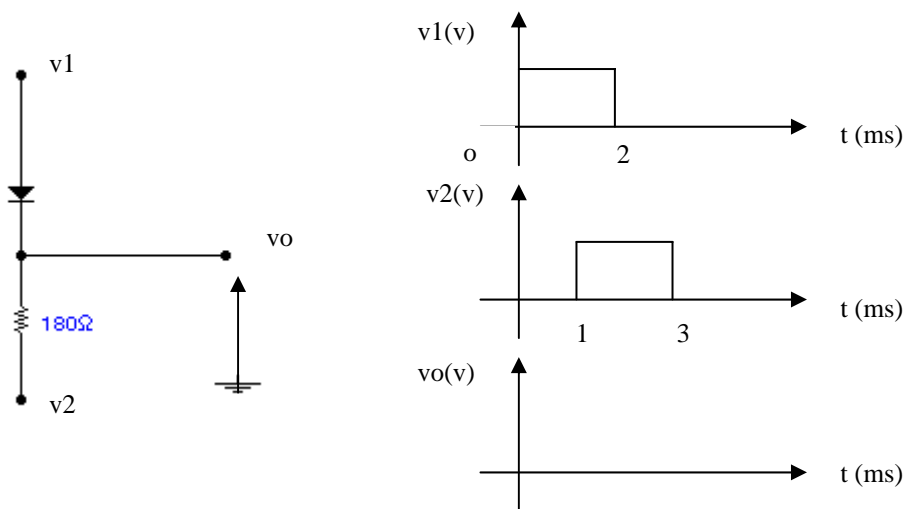
Dakigunez,  $D_1$  diodoa zeharkatzen duen korronea  $I_{D1} = 12 \text{ mA}$  denean bere tentsioa  $V_{D1} = 0.62 \text{ volt}$  da.

- a)  $D_1$  eta  $D_2$  seriean badaude, eta haietatik korrone positibo handia igarotzen bada,  $V_{D1}$  eta  $V_{D2}$  artean dagoen erlazioa aurkitu. Behar diren hurbilketak egin.
- b)  $D_1$  eta  $D_2$  paraleloan badaude eta  $I_{D1} + I_{D2} = 4 \text{ mA}$  bada, kalkulatu diodo bakoitzean ditugun tentsio eta korroneak.

**28. ARIKETA: logika digitala**

Irudiko zirkuituan,  $v_1(t)$  eta  $v_2(t)$  aplikatzen dira. Irudikatu  $v_o(t)$ .

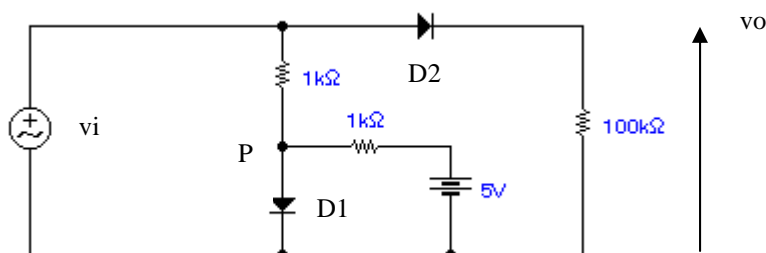
DATUAK:  $V_\gamma = 0.6 \text{ V}$ ;  $R_F = 20 \Omega$ ; Sarrereren puntako balioa  $5 \text{ V}$  da.



**29. ARIKETA: transferentzia-kurbak**

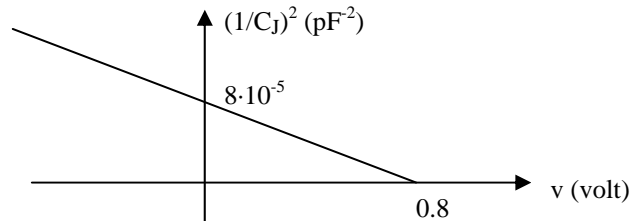
Irudikatu, diodoak idealak badira, zirkuituko  $v_o(t)$  eta  $v_p(t)$ .

DATUA:  $v_1(t) = 10 \sin(\omega t) \text{ V}$  da ( $\omega = 2\pi f$  oso txikia da).



**30. ARIKETA: junturako kondentsadorea eta oinarriko ezaugarri fisikoak**

Behean, p<sup>+</sup>n diodo baten  $(1/C_J)^2$ -ren tentsioarekiko menpekotasuna irudikatu da.



Kalkulatu:

- Potentzial termodinamikoa ( $\phi_T$ ).
- Gutxien dopatutako eskualdearen ezpurutasun-kontzentrazioa.  
(OHARRA:  $N_D \ll N_A$  bada, aplikatu  $1/N_D + 1/N_A \sim 1/N_D$ )
- P<sup>+</sup> eskualdearen dopaketa.
- Hustutako eskualdearen orekako luzera ( $l_{\text{orekan}}$ ),  $x_{\text{porekan}}$  eta  $x_{\text{norekan}}$ .
- Orekako eremu maximoa ( $\epsilon_{\text{max\_orekan}}$ ).

DATUAK:  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$ ;  $\epsilon_r \text{ Si} = 11.8$ ,  $A = 0.348 \text{ mm}^2$ ;

$$V_T/q = 25.69 \text{ mV}; n_i^2 = 10^{20} \text{ cm}^{-3}$$

**31. ARIKETA: erregimen dinamikoa eta kommutazioa**

Diodo bati  $V_F = +10 \text{ V}$  tentsioa aplikatzen diogu  $10 \text{ k}\Omega$ -eko erresistentzia baten bidez denbora luzez (beraz, egoera geldikorrean gaude).  $t = 0$  unean, tentsioa bat-batean aldatzen dugu, eta hortik aurrera tentsioa  $V_R = -5 \text{ V}$  da.

Diodoan,  $5 \mu\text{s}$  da urrienen erdibizitza baliokidea. Karga-aldaketak dakarren kapazitatea eta diodoaren kanpoko kapazitateak  $C = 20 \text{ pF}$  dira bat eginez.

Kalkulatu eta irudikatu diodoan agertzen diren tentsioa eta korronea (baliorik adierazgarrienak agerian utziz).

OHARRA: diodoa zuzenean dagoenean, bere terminalen artean agertzen den tentsioa aintzat ez hartzeko modukoa da.

Diodoari buruzko ariketak: enuntziatuak