

Q1: Investigate what I will be saying right now:

- A linear resistor exhibits the same impedance in both large signal and small signal schemes.
- An active load is able to exhibit widely different valued impedances in large- and small- signals schemes. Typically the small-signal output impedance is much higher than the other.

Sol Large signal yeterli genlige sahip herhangi bir sinyal large signal olarak adlandırılabilir. linear veya nonlinear (AC veya DC sinyal) olabilir. Small signal ise sabit bir DC sinyalin üzerine eklenen AC sinyoldır. small signal hesaplamalarında nonlinear komponentler linearleştirilir olarak hesaplanır.

Small Signal Analysis

-DC operating point bulunur, operating pointin bünyesindeki doğrusal olmayan devre esitligi doğrulastirilir. Doğrulastirilan devre matrisi verisi elde edilir.
 * Incelediginiz kisimda resistor linear devre elementi oldugundan gerekli empedans degeri R_L in doğrulastirma yapilmaz.

Large Signal Analysis

Doğrusal olmayan devre esitligi matrisi kullanarak numerik integral istenilerek sonucunda devrenin girisine karopluk gelen cevabi bulur.

* Bu analiz sirasinda da resistor linear empedans oluşturduğundan linear olmayan hesaplama dahi yapılsa sonucun small signal ile aynı olması beklenir. Yapisinda analizi nonlinear durumuna sokacak komponent bulunmadıkça small signal ve large signal analizler aynı sonucu verecektir.

Basite inceledigimde Z : empedans olmak üzere

$Z = a + bi$ oldugunda empedans linear veya nonlinear a ve b lere tek tutulsun. $b=0$ olduğu surece tki analiz sonucu aynı olmalıdır.

Q2: Look up the word "clarification". And answer the following question after doing some searching around: why would the clause "for convenience" not seem tailored to fit the context that I am currently importing to you, if it were used instead of "for clarification"?

clarification: Bir şeyin daha kolay ve kalıcı bir şekilde anlaşılması için konu hakkında detay verme, açıklama yapma durumudur. Anlamada kolaylık sağlanmak için kullanılır.

convenience: Herhangi bir konu hakkında sağlanan kolaylık dile getirileceğinde kullanılır. Yaşan kolaylığı, rahatlığı bahsedileceğinde kullanılır.

Burada anlatımında daha kolay anlaşılması için detay verildiğinden daha uygun olan "clarification" kullanılmıştır.

Q3: What is an affine function? How is it different from a linear function

Affine function asında bir linear function sadece ek olarak öteleme durumu eklemiştir. Örneğin

$f: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n \Rightarrow$ domain is a subset of \mathbb{R}^m , range is a subset of \mathbb{R}^n

[örneğin, $f(a, b, c) = (\cos(a+c), b^3 + 2c)$ → bu durumda $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$]

for linearity $\rightarrow L: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$, $L(x+y) = L(x) + L(y)$, $L(ax) = aL(x)$

[örneğin $f(x) = 8x$, $f(x+y) = 8(x+y) = \underbrace{8x}_{f(x)} + \underbrace{8y}_{f(y)}$, $f(x+y) = f(x) + f(y)$, $f(3x) = 24x = 3f(x)$]

Affine function

$A: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$ 'A' bir affine function, $L: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n = L'$ bir linear function

ve 'b' bir vektör (\mathbb{R}^n içinde) \mathbb{R}^m içindeki tüm x'ler için

$A(x) = L(x) + b$ sağlanıysa ' $A(x)$ ' bir affine function'dır.

$A: \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$, A bir affine function ise, M nxm bir Matris ise ve b \mathbb{R}^n içinde bir vektör ise $A = Mx + b$ tüm $x \in \mathbb{R}^m$ için sağlanır

Q4: Define linearity again, as much as you have learned recently in the course "Signals and Systems"

Matematikte linearity kovrallı, sağlaması için 2 adet şart koşar

Additivity: $f(x+y) = f(x) + f(y)$ 1. koşul } bu ilgi koşulu sağlanır

Homogeneity: $f(ax) = a f(x)$ 2. koşul } bir fonksiyon lineardir
değil

Sinyaller ve Sistemlerde:

Bir sistem giriş sinyalleri parçalara ayrıldığında ve bu gris sinyali parçaları superpozisyon ilkesini doğrultusunda toplandığında sistem bozulmuyorsa sistem linearidir deñir.

$$\text{Tr}\{a \cdot x_1(t) + b \cdot x_2(t)\} = a \cdot \text{Tr}\{x_1(t)\} + b \cdot \text{Tr}\{x_2(t)\} \text{ eq. 1}$$

Burada $x_1(t)$ ve $x_2(t)$ giriş sinyalleri o.ü. eq 1 sağlanıyorsa linear sistemdir.

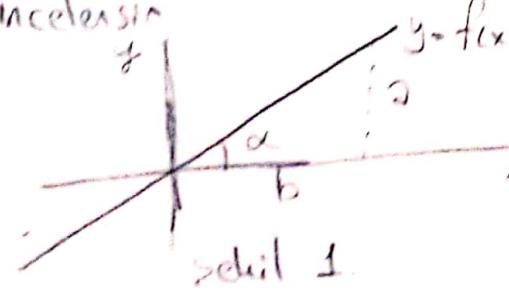
Q5: What does it mean to "strive"

Strive: Bir şeyi yapmak için zorluklara karşı çabaşmak.

Q6: What do I mean in here, are you able to explain what I am getting at through a graphical approach?

$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} x^k x_0(k)$ eşitliği sağlayıcı ve sadece $f(x)$ 'in linear olduğu durumda yazılabılır

Bu ilki esittik herhangi linear $f(x)$ için

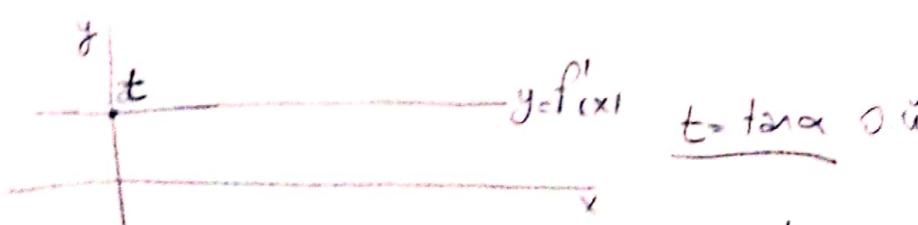


$y = f(x)$ first point graphi
selüleli gibi ise

$y = f'(x)$ selil 2'deki gibidir.

$$f(x_0, x_0) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{\partial^k f}{\partial x^k}(x_0)^k$$

$$f(x_0, x_0) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{\partial^k}{\partial y^k} (f(y))_{y=x_0} (x-x_0)^k$$



bu durumda $f''(x) = f'''(x) = \dots = f^{(k)}(x) = 0$ olmalıdır. (eq. 6.1)

Q6.2 eq. 6.1' e uygun $f(x)$ ve $f_{LIN, x_0}(x)$ yazılırsa...

$$f(x) = \sum_{k=0}^1 \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial^k f(y)}{\partial y^k} \Big|_{y=x_0} \cdot (x-x_0)^k + \sum_{k=2}^{+\infty} \frac{1}{k!} \cdot \frac{\partial^k f(y)}{\partial y^k} \Big|_{y=x_0} (x-x_0)^k$$

$f_{LIN, x_0}(x)$

boylece esitlik saglanmistir.

$$\frac{\partial^k f(y)}{\partial y^k} = 0 \text{ for all } k \in [2, +\infty) \quad \text{eq. 6.1}$$

Q7: Compute $f_{LIN, x_0}(x)$ for the function $f(x)$

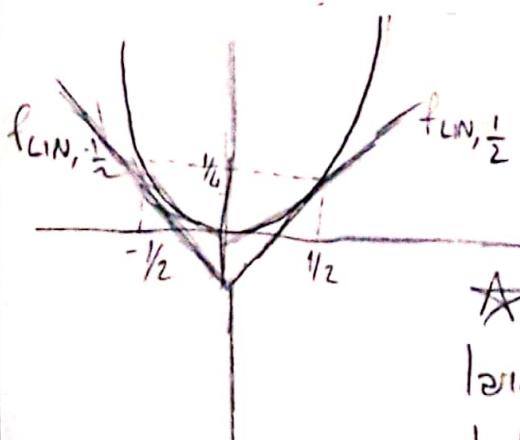
in (eq.4) for $x_0 = -\frac{1}{2}$. Will the function you compute be equal to that in eq.5
How do interpret your result and answer?

$$f(x) = x^2, x_0 = -\frac{1}{2}, f_{LIN, -\frac{1}{2}}(x) = f(x_0) + \frac{\partial f(y)}{\partial y} \Big|_{y=x_0} \cdot (x-x_0)$$

$$= x^2 \Big|_{x=-\frac{1}{2}} + \frac{\partial(x^2)}{\partial y} \Big|_{y=-\frac{1}{2}} \cdot (x + \frac{1}{2}) = (-\frac{1}{2})^2 + 2y \Big|_{y=-\frac{1}{2}} \cdot (x + \frac{1}{2})$$

$$= \frac{1}{4} + \left(-\frac{1}{4}\right) \cdot (x + \frac{1}{2})^2 = \frac{1}{4} + (-1)(x + \frac{1}{2}) = \frac{1}{4} - x - \frac{1}{2} = -x - \frac{1}{4}$$

* $f(x) = x^2$ fonksiyon grafigi yere göre linearize edildikten sonra ($x_0 = -\frac{1}{2}$ noktası)
 $x_0 = \frac{1}{2}$ noktasindaki degerinin ESLENİĞİ almasi beklenir.



Bu iki linear fonksiyonların y-eksenine göre simetrik oldugu bu sebepten eslenigi altigi giderler.

* Her çift fonksiyon iin $x_0=2$ ve $x_0=-2$ yakkasimlarında $f_{LIN, 2}$ ve $f_{LIN, -2}$ 'nin esitlikleri olmasi beklenir.

Q8: Search for the answers to the questions on this page and the next, as relates to multivariate Taylor expansions.

① tek değişkenli fonksiyonların lineerlestirme nasıl türdeye bağılı oluyor
çok değişkenli için kismi türevlere bağlı olması beklenir.

Verilen diferansiyellenebilir $f(x)$ fonksiyonu için

$x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ olsun bunu karsılık yeklasiym yapılacak noktalar

$a = [a_1, a_2, \dots, a_n]^T$ olsun.

$$f(x) \approx f(a) + \frac{\partial}{\partial x_1} f(x)|_{x=a} (x_1 - a_1) + \frac{\partial}{\partial x_2} f(x)|_{x=a} (x_2 - a_2) + \dots$$

$\dots + \frac{\partial}{\partial x_n} f(x)|_{x=a} (x_n - a_n)$ olması beklenir. Bu da Jacobian matrisini transforme etmek

$$= f(a) + (x-a)^T \nabla f(x)|_{x=a}$$

burada $\nabla f(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} f(x) \\ \frac{\partial}{\partial x_2} f(x) \\ \vdots \\ \frac{\partial}{\partial x_n} f(x) \end{bmatrix}$

② Taylor serileri n değişkenli fonksiyonlar olmakla genelleştirilebilir. $\frac{\partial}{\partial x_n} f(x)$

$$f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ Kuaadratik yeklasiym aşağıdaki gibi olur}$$

$$\tilde{f}(x) = f(a) + (x-a)^T \nabla f(a) + \frac{1}{2} (x-a)^T H(a) (x-a)$$

burada $x = [x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n]$, $a = [a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$, $\nabla f(x)$ - gradient vektörü

$$H(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2 \partial x_1} & \dots & \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

l'de $\nabla f(x)$ gradient vector'dur
bu da Jacobian matrisini transformedir
 $\nabla f(x) = [\tilde{f}'(x)]^T$

Qg: Is it really true that a function model such as $f(x)$ suffices for modelling almost all types of circuits? Would you say $f(x)$ is able to capture small signal amplifier configurations as large signal models, let alone all types of circuits?

Devre elementleri genel olarak ikiye ayrılırlar. Lineer ve nonlineer large signal modellene bize devrede nonlinear komponent olması durumunda devre analizi yapmaya yarar. Devredeki komponentlere bağlı olarak bir $f(x)$ ekle edilmeli bu $f(x)$ fonksiyonu large-signal modelleme için yete ri olmazsa olmaz. DC operating point belirterip o noktaya bağlı analiz yapılmalı.

2. soru ise söylemez tüm $f(x)$ 'ler için small signal amplifier konfigürasyonları edilebilir. Small signal modellenmesi yapılacağsa şart f fonksiyonun diferansiyellebilir bir fonksiyon olması ve belirli bir DC operating point olması gereklidir.

Q10: In view of a DC operating point that is valid and should be adhered to, as regards the small-signal amplifier configurations in question, do you think the form $f(x)$ is a sufficient model in this aspect?

Her $f(x)$ fonksiyonu belirli DC. OP değeri ile linearize edilemez. $f(x)$ fonksiyonun linearize edilmesi f ün fonksiyonun sürekli ve diferansiyellebilir olması gerekmektedir.

Q11: Seek and find circuit applications for which linearization around, not a DC O.P., but a transient solution or maybe a periodic solution would be meaningful for analysis.

When we want to linearize a system of ordinary differential equations ODE, around periodic solution. Can be used Chini's equation

Chini ODE $\rightarrow \frac{d}{dx} y(x) = f(x) \cdot y(x)^n - g(x) y(x) + h(x)$ burada $f(x), g(x), h(x)$
 for $n=2 \rightarrow$ Chini's ODE \rightarrow Riccati type
 keyfi: seçimlis fonksiyon
 for $n=3 \rightarrow$ Chini's ODE \rightarrow Abel type

Chini Invariant $\rightarrow f(x)^{-n-1} h(x)^{-2n+1} \left(f(x) \frac{d}{dx} h(x) \right) - \left(\frac{d}{dx} f(x) \right) h(x) - g(x) f(x) h(x) \right)^n$

IS independent of 'x'.

$$y \rightarrow G(t) u(t) + H(t), \quad x \rightarrow F(t)$$

$$y \rightarrow u(x) - \frac{f_2}{3f_3}$$

Chini sabiti

for any G, H, F

* Transient Analysis flowchart

$$t=0^-$$

DC Analiz: Çözülecek devere, L'ler kisa

$$t_n = t_{n-1} + h$$

Bir sonraki adımı hesapla

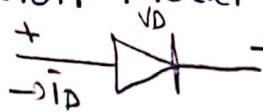
C ve L'yi telsiz uygula

LTE hesapla

DC erdeğeri devere
 $t = t_n$ için uz

$$t \geq T \downarrow \text{Bitir.}$$

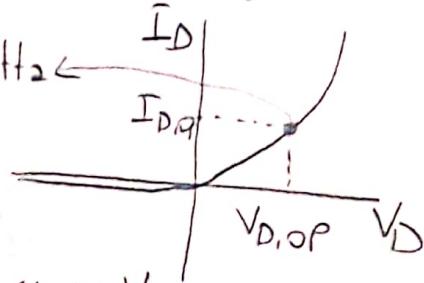
Q12: Provide an outline for the derivation in this write-up for the small signal equivalent model of a diode valid around a DC OP.



burada i_d , V_d arasındaki bağıntı $\bar{I}_d = I_s \left[\exp\left(\frac{V_d}{V_T}\right) - 1 \right]$ olarak yazılır.
 I_s : Saturasyon akımı, V_T : Termal voltaj (oda sicaklığında sabit bir电压)

DC OP. = $(V_{D,OP}, I_{D,OP})$ gösterimi doğutta
 şekilde verilen noktalıya karşılık gelir.

forward bias'ta aşağıdaki yaklaşık eşitlik elde edilebilir:



$$\bar{I}_d \approx I_s \left[\exp\left(\frac{V_d}{V_T}\right) \right] \rightarrow V_d \gg V_T$$

bu adımdan sonra DC OP etrafında large signal modelini linearize edelim.

V_D : large-signal modelde diyon ucları arası gerilim

$V_{D,OP}$: Diyon grafğında DC OP. noktasına karşılık gelen gerilim.

\bar{I}_d : small-signal modelde diyon ucları arası gerilim.

\bar{I}_D : large signal modelde diyon ucları arası akım.

$I_{D,OP}$: DC OP. noktasında diyon akım-gerilim grafğindeki akım değeri.

\bar{I}_d : small signal Modelde diyon ucları arası akım değeri.

$$V_d = \underbrace{V_{D,OP}}_{DC} + \underbrace{\bar{I}_d}_{AC}, \quad \bar{I}_D = \underbrace{I_{D,OP}}_{DC} + \underbrace{\bar{I}_D}_{AC} \quad I_{D,OP} \approx I_s \left[\exp\left(\frac{V_{D,OP}}{V_T}\right) \right]$$

$$f(V_d) = I_s \exp\left(\frac{V_d}{V_T}\right) \text{ o.ü.}$$

$$\rightarrow f(V_d) \text{ için Taylor expansion} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{d^k f(y)}{dy^k} \Big|_{y=V_{D,OP}} \cdot (V_d - V_{D,OP})^k$$

$$\rightarrow f(V_d) \text{ linearize haline yaklaşık eşittir. } f(V_d) \approx f_{LIN, V_{D,OP}}(V_d)$$

$$f_{LIN, V_{D,OP}} = \sum_{k=0}^1 \frac{1}{k!} \frac{d^k}{dy^k} (f(y)) \Big|_{y=V_{D,OP}} \cdot (V_d - V_{D,OP})^k$$

$$\frac{df(y)}{dy} = \frac{d}{dy} \left[I_s \exp\left(\frac{y}{V_T}\right) \right] = \frac{I_s}{V_T} \exp\left(\frac{y}{V_T}\right)$$

Q12.2 Biliyoruz ki

$$\bar{I}_D = I_{D,OP} + \bar{i}_d$$

$$\bar{I}_D \approx I_s \exp\left(\frac{V_D}{V_T}\right) \equiv f(V_D)$$

$$\frac{df(y)}{dy} = \frac{I_s}{V_T} \exp\left(\frac{y}{V_T}\right)$$

Bu üç eşitliği
elde etmişlik

bu durumda

$$\bar{I}_D = I_{D,OP} + \bar{i}_d \approx$$

$$f(y) \Big|_{y=V_{D,OP}} + \frac{I_s}{V_T} \exp\left(\frac{y}{V_T}\right) \Big|_{y=V_{D,OP}} \cdot (V_D - V_{D,OP})$$

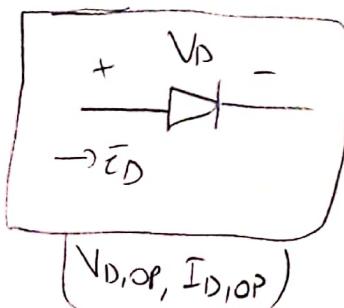
for $k=1$ in linearize

$$= I_s \exp\left(\frac{V_{D,OP}}{V_T}\right) + \frac{1}{V_T} I_s \cdot \exp\left(\frac{V_{D,OP}}{V_T}\right) \cdot V_d$$

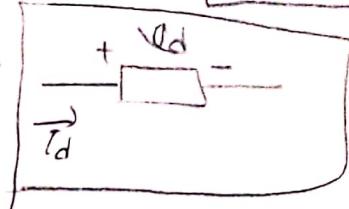
$I_{D,OP}$

$$= I_{D,OP} + \frac{1}{V_T} \cdot I_{D,OP} \cdot V_d = I_{D,OP} + \bar{i}_d, \quad \bar{i}_d = \frac{I_{D,OP}}{V_T} \cdot V_d$$

eq. 9

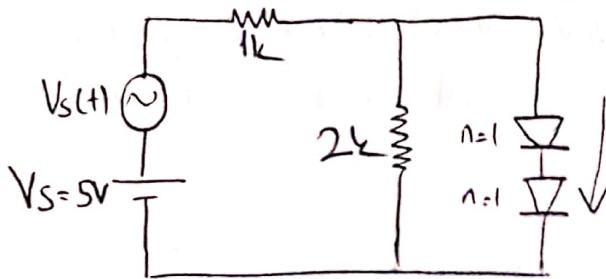


linearization



V_d ve \bar{i}_d arasındaki
bağıntı eq. 1'de
verilmiştir.

Q13: Example of small signal analysis

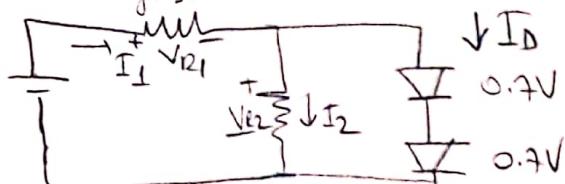


Q: If $V_s(t) = 0.01 \sin \omega t$, $i_d(t) = ?$

$$\bar{i}_D(t) = \bar{I}_D + \bar{i}_d(t)$$

* follow the small signal analysis steps.

D.C Analysis.



$$I_D = I_1 - I_2 = 2.9 \text{ mA}$$

$$V_{R2} = 0.7 + 0.7 = 1.4 \text{ V}$$

$$V_{R1} = 5.0 - 1.4 = 3.6 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{V_{R1}}{1k} = 3.6 \text{ mA}$$

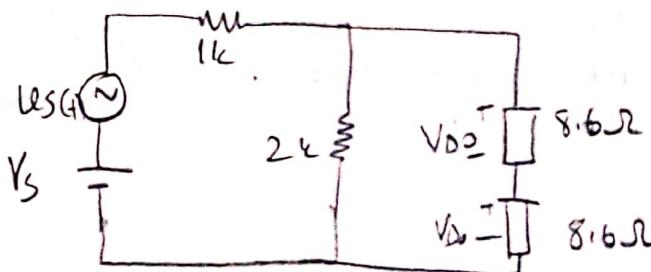
$$I_2 = \frac{V_{R2}}{2k} = 0.7 \text{ mA}$$

$$I_D > 0$$

~~RESISTANCE~~

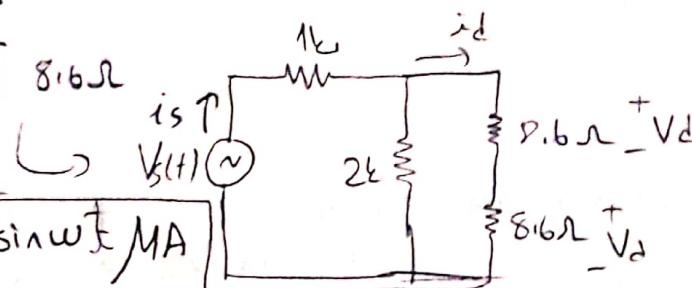
$$r_d = \frac{V_T}{I_D} = \frac{0.025}{0.0029} = 8.6 \Omega$$

for two diodes $I_D = 2.9 \text{ mA}$, $r_d = 8.6 \Omega$



Turn off the DC source and the V_{DD} in the PWL Model

$$\bar{i}_s(t) = \frac{V_s(t)}{1000 + 17.05} = 9.832 \sin \omega t \text{ mA}$$

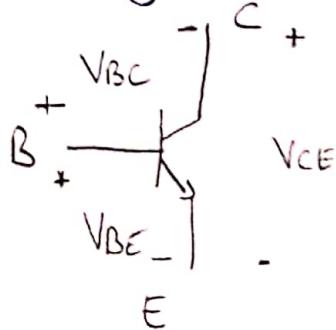


$$2k \parallel 17.2 = 17.05$$

$$\bar{i}_d(t) = \bar{i}_s(t) \left(\frac{2000}{2000 + 17.05} \right) = 9.74 \sin \omega t$$

$$V_d(t) = \bar{i}_d(t) \cdot r_d = 9.74 \sin \omega t \cdot 8.6 = 83.85 \sin \omega t \text{ mV} = V_d(t)$$

Q14: For an NPN BJT transistor in the forward active regime of operation, we have $V_{BE} > \phi V$ $V_{BC} < \phi V$, what other regimes of operation does an NPN BJT transistor have, and what should be the signs of $\{V_{BE}, V_{BC}\}$ in each of these?



solda gösterilen BJT için rejimler aşağıdaki gibidir.

$V_{BE} < 0V$ $V_{BC} < \phi V$ → cut-off

$V_{BE} < \phi V$ $V_{BC} > \phi V$ → forward active

$V_{BE} > 0V$ $V_{BC} < \phi V$ → reverse mode

$V_{BE} > \phi V$ $V_{BC} > \phi V$ → saturation mode.

Regimes:

forward active: iyi izolasyon, yüksek kazancı, en kullanışlı rejim.

Saturation: izolasyon yok, çok fazla azınlık tüketici var

Satürasyondan cilmak zannedilir. Kazanılması gereken bölge.

Reverse: Az kazancı var kullanışlı bölge değil.

Cut-off: Neredeyse sıfır devre görevi gsrur kullanışlı bölge

Q15: Look up the english word "indispensable". Why are the peripheral components indispensable in settings a transistor in the correct region of operation.

Indispensable: Vazgeçilemez olan bir şey için en gerekli kişi veya şey.

Günük V_{BC} , V_{CE} , V_{BE} gerilimlerini BJT etrafında devreyi tamamlayan çevre birimleri etkilemektedir. Bu gerilim değerleri ise rejimleri belirlemektedir.

Q16: Recall a fundamental definition in linear algebra. What is linear dependence? Are the items in the set $\{V_{BE}, V_{BC}, V_{CE}\}$ linearly dependent? Why or why not? Answer the similar question for $\{I_c, I_B, I_E\}$.

Linear dependence: Eğer bir vektör seti (örneğin $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$) linear dependent ise $a_1v_1 + a_2v_2 + a_3v_3 + \dots + a_nv_n = 0$ şeklinde yazılabilir. Söylediğimizde bu

esitlik sadece ve sadece $a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_n = 0$ için yazılabilir yada vektör seti linearly independent olursa halde linearly dependent olarak tanımlanır.

Basit bir devre analizi ile $I_E = I_c + I_B$ olduğunu görebiliriz. bu da $I_E = (\beta + 1)I_B$ dir. $I_E = (\beta + 1)I_B$ $I_c = \beta I_B$ ise

$\beta I_B + \beta^2 \cdot \beta I_B + \beta^3 \cdot (\beta + 1)I_B = 0$ eşitliği $\{I_B, I_c, I_E\}$

$$\beta I_B (1 + \beta + \beta^2 + (\beta + 1)\beta^2) = 0 \quad \beta \neq 0, \beta \neq -1, \beta \neq 0 \text{ için} \\ \text{çözülür}$$

Q16.2 $\{I_B, I_C, I_E\} \rightarrow$ linearly dependent bulunur.

Biliyoruz ki $V_{BC} = V_{BE} - V_{CE}$ olaret yazılabilir
bu durumda

$$\alpha_1 \cdot V_{BC} + \alpha_2 \cdot V_{BE} + \alpha_3 \cdot V_{CE} = 0$$

$$1 \quad -1 \quad +1 \quad \alpha_1 + 0, \alpha_2 \neq 0, \alpha_3 \neq 0 \text{ iken}$$

Sağlandığında $\{V_{BE}, V_{BC}, V_{CE}\}$ seti linearly dependent bulunur.

Q17: Show why (eq.2) and (eq.3) are equivalent in expressing the DC O.P. for an nPn BJT.]

Günlük $I_C, I_B, I_E, V_{BE}, V_{BC}, V_{CE}$ 6'lıdan sadece 4'ü independent
 $\bar{I}_B, \bar{I}_C, V_{BE}, V_{CE}$ 4'üsü independent bu durumda

DC O.P. ($\bar{I}_B, \bar{I}_C, V_{BE}, V_{CE}$) terimi bize BJT'nin "IV" karakteristigini
verir. Bu durumda eq.2 ve eq.3 bize bağımlılıktan dolayı aynı sonucu verir.
hatta DC O.P. ($\bar{I}_B, \bar{I}_C, \bar{I}_E, V_{BE}, V_{BC}, V_E$) bizi DC O.P. ($\bar{I}_B, \bar{I}_C, V_{BE}, V_{CE}$)
ile aynı sonuca götürür. (Bağımlılıktan dolayı.)

Q18: Look up the English words "conducive" "to depict" "depiction"

conducive: Piy. bir şeyin olması veya olusması için gerekli koşulların sağlanması
"elverişli"

to depict: Bir resim, hikaye, film vb.'deki bir seyi göstermek, betimlemek.

depiction: Bir seyin gösterilmesi, betimlenmesi yolu (tasvir.)

~~Q20~~ Q20: Answer the questions stated on the device setup of fig. 5 (see Pg. 13-16 for these questions)

Hint 1: The answer is immobile but why?

NPN junction'da uclardaki - yük yoğunluğu + yüklerin tafta toplamayı amaçlar ancak ortadaki + yük yoğunluğu ise - yüklerin iki yanında birleşmesine yol açar bu durumda yeterli süre geçtiginde (-+) yüklerin birleştiği ve hareketsiz kaldığı iki bölge oluşur. Buna depletion region denir. Bu bölgedeki yükler ve orta ortadaki yüklerin kozmik hareketsiz kalarak birleşir oluşturur.

Hint 2: The answer is electric field but why?

Dedigimiz gibi depletion region içinde hareketsiz yükler birlikte. Hareketsiz bu pozitif ve negatif yükler (elektrik alan tanımı gereği) elektrik alan oluşturur. Hareketsiz yükler $|E| = k \cdot \frac{q}{d^2}$ büyüklüğünde elektrik alanına sahiptir. Elektrik alan yüklerin pozitif-negatifligine göre yön değiştiremeye sahip dır. Böylece elektrik alan arasında yüklerin arasında olusan vektörel bir büyüklük oluşturabilir.

Hint 3: Look up also the word "replete".

replete: tıka basa dolu, fazlaıyla tıka basa

Hint 4: The answer is drift and diffusion but what are these.

Difüzyon akımı, yarı iletkenlerde yük taşıyıcıların dağılması, yayılması sonucu oluşan akımdır.

Drift akımı ise Elektrik alanın hareketsiz yüklerle etkileşime ortaya çıkan kuwert sonucu oluşan akımdır.

Difüzyon Akımı

Hareket taşıyıcı kontrasyonunu farklı ile oluşturur.

Hareket yönü taşıyıcı kontrasyonu farklıyla değişir.

Drift Akımı

Hareket elektrik alan sonucu oluşturur.

Hareket yönü daima elektrik alan yönündedir.

$$\text{Fick's Law: } J = -q \cdot D \cdot \frac{dq}{dx}$$

$$\text{Ohm's Law: } J = q \cdot P \cdot M \cdot E$$

Hint 5: The answer is yes, they are both at work but how and in which regions.

★ Depletion region bölgesinde hareketsiz yükler olduğundan drift akımı olusur. Yönü elektrik alan yönündedir.

★ Kalan bölgelerde taşıyıcı yükler hareketlidir. Bu sebepten difüzyon olusur. Yönü elektron hareketinin zitti yönündedir.

Hint 6: Check out fig.5 for the three separate regions as defined by the boundaries 1,2,3,4.

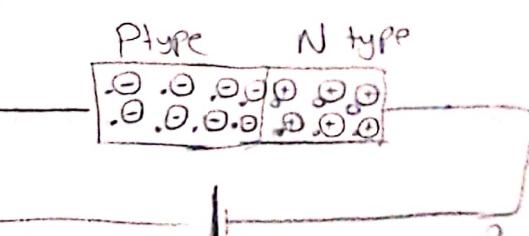
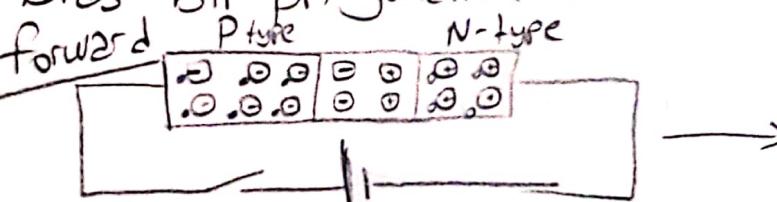
Depletion regiondaki elektronlar ve collector elektronlarında atlama olabilirler. → Boundary 1,2,3

Hint 7: The answer is diffusion, but why? And why is a BJT often called a diffusion transistor?

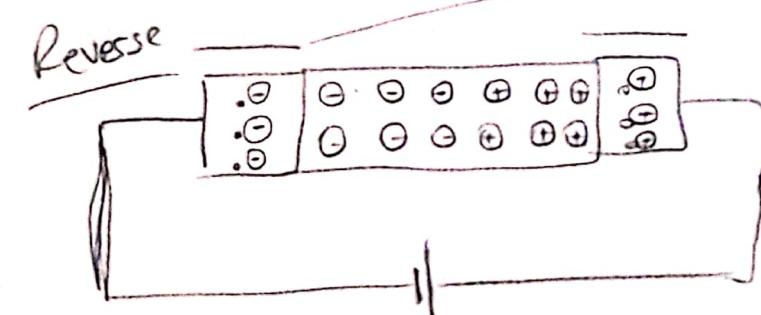
Cünkü bu bölgelerde yük taşıyıcı dozisim partiküllerdir. Yük akısı da dozisim partiküllerden dolayı difüzyon ile gerçekleştilir.

Hint 8: What are the difference between forward and reverse bias for a pn junction?

Voltaj kaynagının pozitif terminalinin p-tipi bölgeye, negatif terminalinin n-tipi bölgeye bağlanması ile forward bias; aksı durumda reverse bias bir pn junction için oluşturular.



Devrede akım geçmesine engel olacak hiç bir durum yok



Devreden akım geçmez.
Açık devre gibi döverdir.

- 1 Hint 9: The said, depletion region widens with a perturbation $V_{cc} > 0$ but why? Çünkü $V_{cc} > V_{cc}$ olduğu bilinmemektedir. Bu durumda
- 2 V_{cc} küçük olduğunda collector bölgesinde (+) yoğunluğu artar ve böylece depletion region genişler.

Hint 10: W_{eff} shrinks, but why?

collector bölgesindeki (+) yoğunluğun genişlediğinde base bölgesindeki (-) yoğunluğun da genişlemesi ki depletion region yükleri hareketsiz kalabilmek üzere base (-) bölgesi genişler. W_{eff} daralmış olur.

Hint 11: faster but why?

W_{eff} bölgesindeki (+) yoğunluğun azalmasıyla çevresindeki iki (-) bölge yaklaşılmaktadır. (-) ve (+) yükler birbirini çekerek de (-) yüklerin birlikte itici gücü de olduguundan W_{eff} bölgesi genişliğini sağlanır todayasır.

Hint 12: The answer is faster but why?

1 ve 2. Boundary'deki elektron bölgeleri genişlediğinden hareket kabiliyeti artmaktadır.

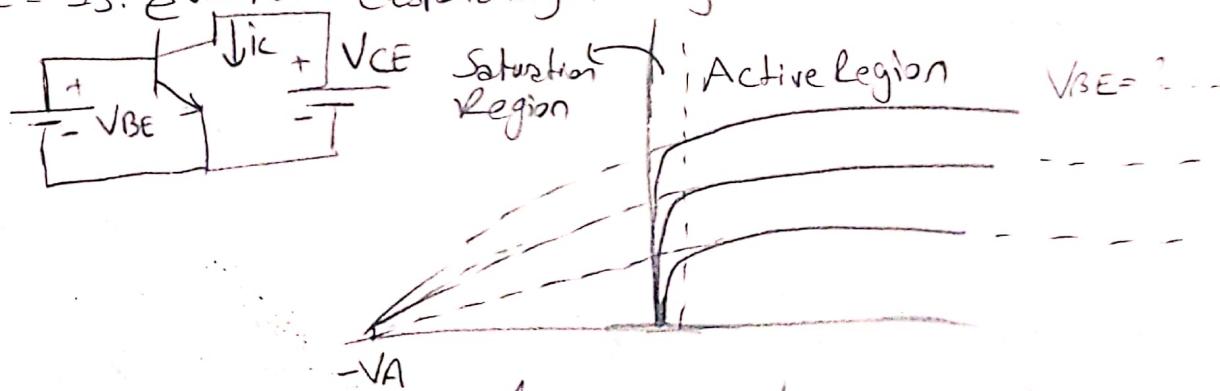
Hint 13: i.e., the collector current, will be increased due to the electrons running faster, but the increase in I_C will not be drastic. Why does I_C increase.

Elektronların hareketlenmesi yüksek süratte hareket devam etti.

Elektron hareketinde sürat artması elektron yoğunluğununa sebep olmaktadır. Bu yoğunluk artışı o bölgede akım artısını direkt olarak etkilemektedir.

Q21: The careful reader will have noticed that the approximate derivation of the small signal equivalent model parameters g_m and g_{ro} can be rendered somewhat more rigorous if one tends to realize that the large signal current i_c may be visualized as a function of the two voltages V_{BE} and V_{CE} , both larger signal, i.e. $i_c = \bar{i}_c(V_{BE}, V_{CE})$. Perform a multivariate Taylor expansion of i_c as such around $(V_{BE} = V_{BE,op}, V_{CE} = V_{CE,op})$ and derive the parametric expressions in this write up again.

$$i_c = I_s e^{V_{BE}/NT} \text{ elektronik devredeki hukmelerle.}$$



Bu şartlarda i_c 'nın V_{CE} lineer bağıntısı aşağıdaki gibidir.

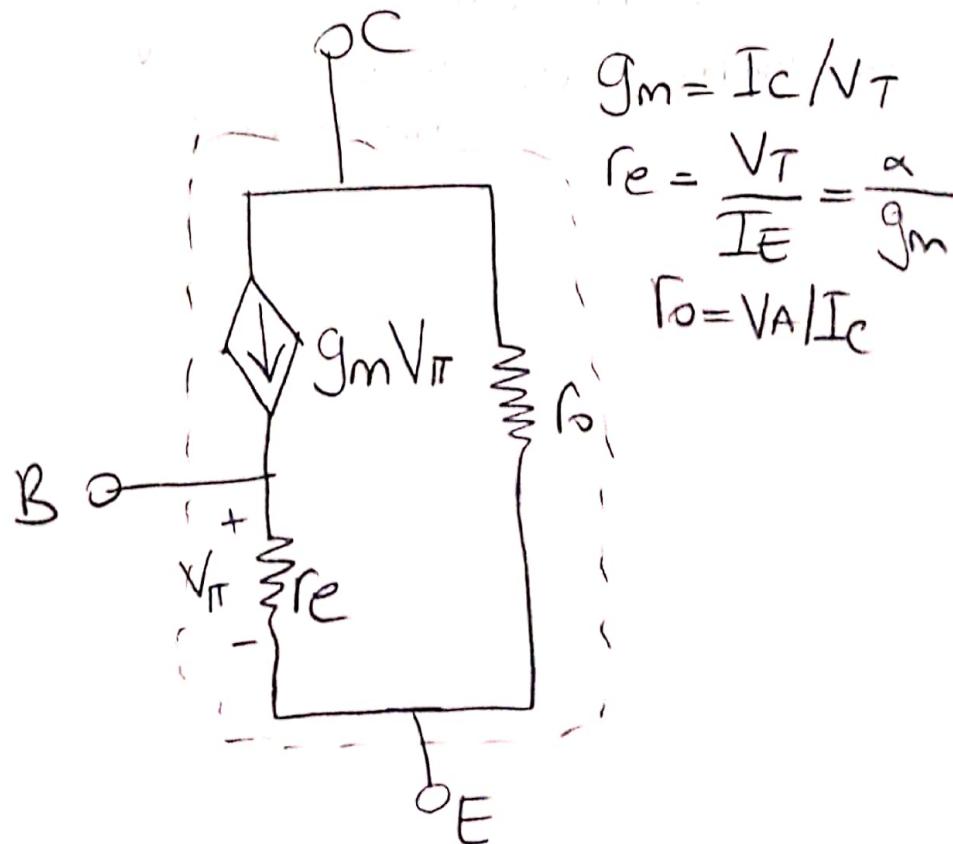
$$\bar{i}_c = I_s e^{V_{BE}/NT} \left(1 + \frac{V_{EE}}{V_A} \right)$$

grafının pozitif tarafı için $i_c - V_{CE}$ düzgün doğrular elde edilir.

$$R_o = \left[\frac{\partial \bar{i}_c}{\partial V_{CE}} \Big|_{V_{BE}=\text{constant}} \right]^{-1} = \frac{V_A + V_{EE}}{\bar{i}_c}$$

Q22: Go through the derivation of the small-signal equivalent model of pnp (not npn) BJT transistor biased in forward active. Outline the derivation and draw the resulting small signal equivalent model.

Small signal Model of the pnp transistor



$$g_m = I_c / V_T$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{\alpha}{g_m}$$

$$R_o = V_A / I_c$$